

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra konstrukce strojů a zařízení

Průmyslový design

Montážní lehátko

Mechanic's creeper

Student:

Jiří Hruboň

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D

2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Hruboš**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**
Specializace: **60 Průmyslový design**
Téma: **Montážní lehátko
Mechanic's Creeper**

Zásady pro vypracování:

Navrhněte koncept pojízdného montážního lehátka, které bude sloužit jako pomůcka automechanika. Rozměry a tvarování lehátka vhodně přizpůsobte velikosti postavy P95. Vyřešte odkládací prostory pro nářadí jako součást lehátka. Zpracujte rešerši zaměřenou na problematiku montážních lehátek. Proveďte konstrukční návrh lehátka včetně specifikace použitých materiálů a nezbytné pevnostní výpočty. Zpracujte výkres sestavení v rozsahu minimálně A1 a dílenský výkres vybraného dílu. Dále vytvořte plakát formátu A3 a skutečný model celku nebo vybrané části v měřítku.

Seznam doporučené odborné literatury:

DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Montanex a.s. Ostrava, 2000.

BOHÁČEK, F.: *Části a mechanismy strojů I - Spoje*. VUT Brno, 1987.

BOLEK, A. A KOL.: *Části strojů - svazek 1*. SNTL Praha, 1990.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

KŘÍŽ, R.: *Strojnické tabulky II - Pohony*. Montanex a.s., Ostrava, 2002.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

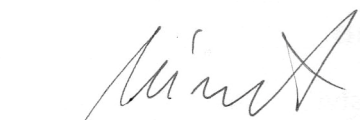
ČSN EN 547-3 *Bezpečnost strojních zařízení. Tělesné rozměry. Část 3: Antropometrické údaje*. Praha: ÚNMZ, 2009. 12 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.“

V Ostravě dne.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Jiří Hruboš

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Konzumní 23/412

736 01 Havířov – Šumbark

ANOTACE

HRUBOŇ, J. *Design montážního lehátka: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra konstrukce strojů a strojních zařízení, Specializace Průmyslový design, 2013. Vedoucí práce: Ing. Milena Hrudíčková, Ph. D., 53 stran.

Tato bakalářská práce analyzuje design montážního lehátka, jeho návrh včetně vlastního provedení. Do práce jsou zapracovány nové nápady, které jsou zaměřeny na uživatelské vlastnosti a celkový komfort užívání. Montážní lehátko je nástroj, který usnadňuje mobilitu pod zdviženým automobilem. Je určeno pro hobby servisní práce nebo tam, kde není dostupný servisní elektro-hydraulický zvedák. Díky provedení lehátka je usnadněna práce při montáži, demontáži či jiných servisních úkonech mechanika na podvozku vozidla.

ANNOTATION

HRUBOŇ, J. *Design Mechanic's Creeper*. Bachelor Thesis, Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design. Thesis head: Ing. Milena Hrudíčková, Ph.D., 53 pages.

This thesis analyzes the design of mechanic's creeper, his proposal, including its own version. Works are incorporated into new ideas that are focused on user characteristics and overall comfort. Mechanic's Creeper is a tool, that facilitates mobility under raised car. It is intended for hobby work or service, where service is not available electro-hydraulic jack. Mechanic's creeper do the assembly and other service operations, on the vehicle chassis, much easier.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Mileně Hrudíčkové, Ph.D. za její odbornou pomoc, ochotu a konzultace při řešení této bakalářské práce. Dále také děkuji za odborné rady panu MgA. Petru Neničkovi a paní Dr. Ing. Anně Plchové. Můj dík patří i mé rodině za podporu během studia.

OBSAH

Úvod.....	8
Cíle práce	8
1. Rešerše	9
1.1 Základní rozdělení	9
1.2 Porovnání konstrukčních typů lehátek.....	9
2. Souhrn informací	14
2.1 Související legislativní rámec	14
2.2 Pracovní poloha	15
2.2.1 Poloha vleže	15
2.2.2 Hlava a krk.....	15
2.2.3 Horní končetiny	16
2.2.4 Ostatní části těla.....	16
2.3 Ergonomie a ergonomické požadavky na pracoviště	17
2.3.1 Znalost antropometrických rozměrů člověka	17
2.3.2 Tělesné rozměry (antropometrické údaje z evropských šetření)	17
3. Požadavky na provedení	19
3.1 Základní požadavky na provedení	19
3.2 Omezení při návrhu	19
3.3 Problematika a osobní zkušenosti s montážními lehátky	19
4. Návrh.....	21
4.1 Základní koncepce	21
4.2 Výchozí návrh.....	23
4.3 Varianty možného návrhu a jejich rozpracování	24
4.4 Finální varianta a barevné řešení	28
5. Konstrukční řešení.....	32
5.1 Nosný rám.....	32
5.1.1 Materiál	34
5.1.2 Napětíová analýza pomocí MKP.....	34
5.1.3 Výpočet bezpečnosti k mezi pevnosti :.....	39
5.2 Vnější rám.....	40
5.3 Opěrka hlavy	42
5.4 Odkládací přihrádky	44
5.5 Pojezdová kolečka	44

5.6	Přídavné osvětlení.....	45
6.	Závěr	46
7.	Literatura a zdroje.....	47

Seznam použitých značek a symbolů

F	Síla	[N]
Re	Mez pevnosti v kluzu	[MPa]
Rm	Pevnost v tahu	[MPa]
R	Poloměr (rádius)	[mm]
σ_{red}	Redukované napětí	[MPa]

3D	Three-dimensional (trojdimenzionální / trojrozměrný)
LED	Light-Emitting Diode (dioda emitující světlo)
P95	95.percentil sloučených populací mužů a žen
PVC	Polyvinylchlorid
ABS	Acrylonitrile butadiene styrene
SAN	Styrenakrylnitril
POM H	Polyoxymethylene (Delrin)
CAD	Computer-aided design
SW	Software
HMH	Hencky, Huber, Mises
.x_t	přípona souborů určených pro systémy pracující na jádře Parasolid
k	koeficient bezpečnosti

Úvod

Bakalářská práce je zaměřená na návrh vlastního designu montážního lehátka. Vlastnímu návrhu předchází analýza a porovnání stávající nabídky již existujících montážních lehátek na trhu. Do bakalářské práce jsem zapracoval nové nápady, které jsou zaměřeny na uživatelské vlastnosti a celkový komfort použití lehátka. Montážní lehátko je nástroj, který usnadňuje mobilitu osoby pod zdviženým automobilem. Díky provedení lehátka je usnadněna práce při montáži, demontáži či jiných servisních úkonech mechanika na podvozku vozidla.

Montážní lehátko je určeno pro opravy automobilů, zemědělských a stavebních strojů, dále hobby použití jako jsou: běžné servisní práce, údržba či kontrola na podvozku vozidla anebo tam, kde není dostupný servisní elektro-hydraulický zvedák, či montážní jáma a není tak možná práce ve stoje. Díky pojízdnosti lehátka je snadné se dostat pod místo, kde bude prováděna montáž, demontáž či jiné servisní úkony na podvozku. Tento pojízdný pomocník se vyrábí v různých provedeních, ale z vlastních zkušeností s více typy lehátek vím, že je v této problematice stále co řešit a vylepšovat.

Cíle práce

Navrhnout lehátko pro automechanika, které bude rozměrově i tvarově vyhovovat velikostem postavy P95. Zpracuji rešerši zabývající se problematikou montážních lehátek. Budu řešit odkládací prostory pro nářadí, které budou součástí lehátka.

- Další cíle práce:
- ergonomické tvarování,
 - pohodlnost,
 - nastavitelná opěrka hlavy,
 - přídatné osvětlení,
 - snadná mobilita,
 - nízká hmotnost,
 - chemická odolnost použitých materiálů,
 - provést konstrukční návrh,
 - provést kontrolu kritických částí konstrukce,
 - zpracovat 3D vizualizace.

1. REŠERŠE

1.1 Základní rozdělení

Podle materiálu nosných částí:

- Celoplastová



↑ Obr. 1 - Celoplastové lehátko [35]

U tohoto lehátka tvoří nosný rám plastová skořepina, ke které jsou ve spodní části namontována kolečka. Dle druhu můžou být součástí skořepiny odkládací přihrádky.

- S kovovým nosným rámem



↑ Obr. 2 - Lehátko s kovovým rámem [21]

U těchto lehátek je základem svařený ocelový rám s kolečky, který bývá osazen polstrovanou čalouněnou deskou, některé typy lze přeskládat na pojízdnou stoličku. Většina těchto lehátek má nastavitelnou záhlavní opěrku. Odkládací přihrádky většinou nebývají součástí.

1.2 Porovnání konstrukčních typů lehátek

Hlavním nedostatkem mezi těmito typy konstrukcí je absence odkládacích prostor u lehátek s kovovou nosnou konstrukcí. Naproti tomu u celoplastových lehátek je absence nastavitelné

záhlavní opěrky. U obou typů zpravidla chybí vestavěné osvětlení. Tyto nedostatky se dále v mé práci budu snažit vyřešit. Navrhnout tak lehátko se všemi užitečnými prvky, které přinesou větší komfort při práci a především její zefektivnění.

Montážní lehátko - IRIMO (CHV1000)



↑ Obr. 3 - Lehátko IRIMO (CHV1000) [17]

- Výhody:
- polohování opěrky hlavy
- Nevýhody:
- nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez odkládacích prostor
 - bez přídavného osvětlení
 - horší skladnost a manipulovatelnost

Montážní lehátko - 099/B



↑ Obr. 4 - Lehátko 099/B [18]

- Nevýhody:
- bez možnosti polohování opěrky hlavy
 - nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez odkládacích prostor
 - bez přídavného osvětlení

Montážní lehátko / židlička - TT207860107



↑ Obr. 5 - Lehátko TT207860107 [19]

- Výhody:
- možnost přeskládat na pojízdnou stoličku
- Nevýhody:
- bez možnosti polohování opěrky hlavy
 - nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez odkládacích prostor
 - bez přídatného osvětlení
 - horší skladnost a manipulovatelnost

Montážní lehátko - HAZET 195-2



H 115 x B 1030 x T 480 mm

↑ Obr. 6 - Lehátko HAZET 195-2 [20]

- Výhody:
- vhodnější ergonomické řešení lehátka oproti jiným prodáváním
 - odkládací přihrádky
 - manipulovatelnost
- Nevýhody:
- bez možnosti polohování opěrky hlavy
 - bez přídatného osvětlení

Montážní lehátko - PF1203



↑ Obr. 7 - Lehátko PF1203 [21]

- Výhody:
- polohování opěrky
- Nevýhody:
- nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez odkládacích prostor
 - bez přídavného osvětlení
 - horší skladnost a manipulovatelnost

Montážní lehátko - Big Red - AKGVTRH6802



↑ Obr. 8 Lehátko BIG RED – AKGVTRH6802 [22]

- Výhody:
- vhodnější ergonomické řešení lehátka oproti jiným prodáváním
 - odkládací přihrádky
 - přídavné světlo
 - manipulovatelnost
- Nevýhody:
- bez možnosti polohování opěrky

Montážní lehátko - PF1903A



↑ Obr. 9 - Lehátko PF1903A [23]

- Výhody:
- možnost přeskládat na pojízdnou stoličku
 - nastavitelná záhlavní opěrka
- Nevýhody:
- nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez odkládacích prostor
 - bez přídavného osvětlení
 - horší skladnost a manipulovatelnost

Montážní lehátko - 40x90cm BGS-102994



↑ Obr. 10 - Lehátko BGS-102994 [24]

- Výhody:
- odkládací přihrádky
- Nevýhody:
- nevhodné ergonomické řešení lehátka
 - bez přídavného osvětlení

2. SOUHRN INFORMACÍ

Téma mé bakalářské práce je zaměřeno na design montážního lehátka, které je nedílnou součástí montážních činností, a to nejen pro hobby zaměření, ale i pro profesionální využití v pracovním procesu u zaměstnavatelů s montážní činností. Politika zaměstnanosti počítá i s osobami se zdravotním postižením. V oblasti zdravotního postižení se zaměřuje prioritně na společenský a pracovní potenciál občanů a na dodržování základních lidských práv [1, 15].

Proto jsem se snažil navrhnout lehátko tak, aby neomezovalo nebo nebránilo v užívání lidem se zdravotním postižením. Osob se zdravotním postižením se týkají, jak evropské právní předpisy pro zamezení diskriminace, tak ty, které jsou zaměřeny na bezpečnost a ochranu zdraví při práci [1, 2, 8].

2.1 Související legislativní rámec

- zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce v platném znění,
- zákon č. 309/2006 sb., požadavky na pracoviště a pracovní prostředí, výrobní a pracovní prostředky a zařízení, organizaci práce a pracovní postupy a bezpečnostní značky, v platném znění,
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, v platném znění,
- nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí,
- nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, v platném znění,
- nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, v platném znění,
- vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.

Při psaní bakalářské práce a při shromažďování informací a dat jsem čerpal, postupoval a pracoval v souladu a v kontextu požadavků vyplývajících s uvedených právních a ostatních předpisů a z nich plynoucích zákonných a ostatních požadavků.

2.2 Pracovní poloha

Hodnocení pracovních poloh vychází z definic přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné pracovní polohy [10]. Hodnocení pracovních poloh při práci je nejvýznamnější na stabilních pracovních místech (práce na stacionárních a mobilních strojích, práce v pásové výrobě aj.). Pracovník si pracovní polohu nemůže sám volit, je přímo závislá na konstrukci stroje, uspořádání pracovního místa, prostorových parametrech pracoviště, pracovník je více než polovinu směny na stejném pracovním místě a provádí obdobnou pracovní činnost. Pracovní poloha je vždy hodnocena pouze v souvislosti s vykonávanou činností, jde o integrální součást pracovní činnosti, nikoliv o nahodilé chování [5,8].

2.2.1 Poloha vleže

Poloha vleže je fyziologická při odpočinku, kdy umožňuje dokonalou relaxaci většiny svalových skupin. V pracovním procesu je však nepřírozená, vnucená pracovním prostorem nebo charakterem práce. Prakticky vždy je spojena s činností rukama před tělem nebo nad hlavou (montážní práce, práce automechaniků apod.) [8].

2.2.2 Hlava a krk

Tabulka 1 - Nepřijatelné polohy hlavy a krku [5]

statické:	předklon hlavy větší než 25° bez podpory trupu záklon hlavy bez podpory celé hlavy úklon a rotace hlavy větší než 15°.
dynamické:	úklon a rotace hlavy větší než 15° s frekvencí 2/min

Tabulka 2 - Nepřijatelné polohy hlavy – krku lze převést na podmíněně přijatelné [5]

statické:	předklon hlavy 25 – 40° s podporou celého trupu, jestliže je dodržen maximálně přijatelný čas držení.
dynamická:	předklon hlavy 25° – 40° při frekvenci pohybů $\geq 2/\text{min}$, nepřijatelný, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny. záklon hlavy do 15° při frekvenci pohybů $< 2/\text{min}$, nepřijatelný, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny úklony a rotace hlavy do 15° s frekvencí $< 2/\text{min}$, nepřijatelné, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

2.2.3 Horní končetiny

Tabulka 3 - Nepříjemné polohy horních končetin [5]

statické:	nevhodná poloha paže (zpětné ohnutí paže, přitažení, krajní zevní rotace paže, zvednuté rameno vzpažení paže větší než 60°, není-li paže podepřena
dynamické:	vzpažení paže větší než 60° při frekvenci pohybu $\geq 2/\text{min}$ zapažení při frekvenci pohybu $\geq 2/\text{min}$.

Tabulka 4 - Nepříjemné polohy horních končetin (paží) lze převést na podmíněně přijatelné [5]

statické:	vzpažení paže 40° – 60°, jestliže paže není podepřena za podmínky, že je dodržen maximálně přijatelný čas držení
dynamické:	vzpažení paže větší než 60° při frekvenci pohybů $< 2/\text{min}$, nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny zapažení při frekvenci pohybů $< 2/\text{min}$

2.2.4 Ostatní části těla

Tabulka 5 - Nepříjemné polohy ostatních částí těla [5]

statické:	extrémní flexe nebo extenze v lokti, předloktí extrémní supinace a pronace předloktí extrémní polohy zápěstí
dynamické:	polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí $\geq 2/\text{min}$

Tabulka 6 - Nepříjemné polohy ostatních částí těla lze převést na podmíněně přijatelné [5]

statické:	práce vleže, vkleče, v dřepu, nepřijatelné, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny
dynamické:	polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálnímu rozpětí s frekvencí $< 2/\text{min}$, nepřijatelné, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny

Mezi práce vleže, dle legislativy, spadá i práce na montážním lehátku. Z tabulky 6 vyplývá, že na něm osoba může při práci strávit jen 4 hodiny denně. Po té by měl práci v leže změnit na činnost v jiné pracovní poloze. Zaměstnavatel je proto povinen stanovit vhodnou organizaci práce.

2.3 Ergonomie a ergonomické požadavky na pracoviště

Odstranění ergonomických nedostatků, může více či méně přispět ke zlepšení pracovního komfortu až po likvidaci závažných příčin zdravotně negativních vlivů. Jde tedy o určité korekce - „ergonomie korektivní“ - kdy mnohdy jednoduchým a nenákladným zlepšením se upraví pracovní podmínky, či alespoň sníží nepřiměřená pracovní zátěž. Nemusí vždy jít pouze o opatření technické povahy, ale též o změny v organizaci práce jako např. úprava režimu přestávek, střídání různých typů pracovních operací atd. [9, 10].

Významnou úlohou v korektivní ergonomii mají lékaři závodní preventivní péče, resp. lékaři zajišťující pracovně-lékařskou péči. Na rozdíl od ostatních pracovníků, kteří sice mohou odhalit určité ergonomické nedostatky, mohou lépe odhadnout případné potencionální důsledky např. pro svalově - kosterní aparát, pro pohybové funkce, smyslové a psychické funkce atd. Pokud již došlo k poškození některých orgánů a systémů člověka, pak je jejich úlohou nalézt příčinnou souvislost mezi zdrojem a důsledky [12, 13].

2.3.1 Znalost antropometrických rozměrů člověka

Tělesná činnost, zvláště dlouhodobá, ovlivňuje tělesné znaky člověka. Znalost tělesných rozměrů člověka je nezbytná pro posouzení pracovního místa. V praxi měříme ty tělesné znaky, pro které jsou v dané populaci normy. Z nejpoužívanějších antropometrických rozměrů jsou to ukazatele některých obvodů (hrudníku, břicha, stehna, lýtky a paže), které nás informují o stavu a rozvoji tělesných tkání a jejich výživě, ukazatele délky (výška těla ve stoje a vsedě), délka jednotlivých částí končetin (týkající se převážně kostry a jejího vývoje). K těmto znakům pak přistupuje hmotnost těla. Vzájemného vztahu výšky postavy a hmotnosti je využíváno k výpočtu řady indexů. [8]

2.3.2 Tělesné rozměry (antropometrické údaje z evropských šetření)

Norma ČSN EN 547-3+A1 (obr.11) uvádí nejlepší aproximaci v současné době dostupných údajů z evropských šetření. Údaje jsou odhadem hodnot 5., 95. a 99. percentilu sloučených populací mužů a žen. [16]

Každý antropometrický údaj v tabulce 1 je stanoven jednou z následujících dvou metod:

1. Národní šetření se sloučenou populací mužů a žen: používá se příslušná hodnota 5., 95. a 99. percentilu.
2. Národní šetření s hodnotami percentilů udávanými samostatně pro ženy a pro muže: vypočítá se průměr hodnot 5. percentilu u žen a téhož percentilu u mužů (případně hodnot 95. a 99. percentilu).

POZNÁMKA I když tento postup není z přísně statistického hlediska přesný, poskytuje dobrou praktickou aproximaci.

Jako evropská hodnota 5. percentilu se volí menší z těchto vypočtených hodnot. Pro hodnoty 95. a 99. percentilu se volí hodnota největší.

Tabulka 1 – Antropometrické údaje z evropských šetření

Označení	Popis	Hodnota mm
h_1	Tělesná výška P95	1 881
h_1	Tělesná výška P99	1 944
h_8	Výška kotníku	96
a_1	Šířka loket-loket P95	545
a_1	Šířka loket-loket P99	576
a_3	Šířka ruky s palcem P95	120
a_4	Šířka ruky u metakarpů P95	97
a_5	Šířka ukazováčku, proximální P95	23
a_6	Šířka nohy P95	113
b_1	Hloubka těla P95	342
b_2	Dosah úchopu (dosah dopředu) P5	615
b_2	Dosah úchopu (dosah dopředu) P95	820
b_2	Dosah úchopu (dosah dopředu) P99	845
b_3	Tloušťka ruky v dlani P95	30
b_4	Tloušťka ruky u palce P95	35
c_1	Délka stehna P95	687
c_1	Délka stehna P99	725
c_2	Délka nohy P5	211
c_2	Délka nohy P95	285
c_2	Délka nohy P99	295
c_3	Délka hlavy od špičky nosu P95	240
d_1	Průměr nadloktí P95	121
d_2	Průměr předloktí P95	120
d_3	Průměr pěsti P95	120
t_1	Funkční délka paže P5	340
t_2	Dosah předloktí P5	170
t_3	Dosah paže při upažení P5	495
t_4	Délka ruky P5	152
t_5	Délka ruky ke kořeni palce P5	88
t_6	Délka ukazováčku P5	59

↑ Obr.11 - Výňatek z normy ČSN EN 547-3+A1 [16]

3. POŽADAVKY NA PROVEDENÍ

3.1 Základní požadavky na provedení

Při navrhování lehátka jsem si vytyčil základní požadavky na provedení:

- funkčnost,
- ergonomičnost,
- manipulovatelnost,
- skladnost.

Lehátko musí funkčně a ergonomicky splňovat potřeby mechanika, který s ním bude pracovat ve stísněném prostoru pod vozidlem. Je nutné dbát na vhodné řešení lůžka, tak aby rozměrově a tvarově vyhovělo širší skupině uživatelů a neomezovalo je při práci. Je zapotřebí myslet na odkládací prostory, které usnadní montážní činnost a přídavné osvětlení, aby nedocházelo ke zrakové zátěži. Dále by mělo obsahovat prvky, pro usnadnění manipulace a skladnosti.

3.2 Omezení při návrhu

Omezeními při návrhu jsou tělesné rozměry, kterým musí být lehátko přizpůsobeno. Zadané tělesné rozměry jsou pro velikosti postavy P95 [16]. Dále je to stísněný a omezený prostor pod vozidlem, a proto je nutné navrhnout lehátko co nejnižší, aby bylo maximálně využito pracovního prostoru.

3.3 Problematika a osobní zkušenosti s montážními lehátky

Díky vlastní zkušenosti s oběma ze základních typů lehátek můžu porovnat a zhodnotit klady a zápory těchto konstrukčních řešení. Konkrétně u celoplastového lehátka viz obr. 12 jsem měl se svou postavou, která spadá rozměrově do P95, problém s rozměry, a to především šířkou, cítil jsem se dost stísněně. S opěrkou, která je tvořena čalouněným molitanem, jsem také nebyl spokojen. Je příliš úzká a hlava mi částečně přečnívala za opěrku. Výhodou tohoto lehátka jsou odkládací přihrádky na nářadí, což považuji za nezbytnou součást montážního lehátka. Při servisních úkonech a montážních pracích je často nutné operovat s více kusy nářadí a odkládání na zem je dost velkým problémem. Při přesouvání se s lehátkem, se nářadí může dostat pod kolečka, což pojíždění značně komplikuje a zvedání nářadí ze země je taky dost nepohodlné. Výhodou tohoto modelu je určitě nízká hmotnost a z toho plynoucí zjednodušená manipulovatelnost.



↑ Obr. 12 - Celoplastové lehátko [36]

U druhého modelu s ocelovým nosným rámem viz obr. 13 jsem ocenil nastavitelnou záhlavní opěrku, která zvyšuje komfort při práci, kdy je potřeba pracovat se zvednutou hlavou. Problémem zde byla absence odkládacích přihrádek na nářadí, což práci jenom komplikuje. O pohodlném nebo snad ergonomickém lůžku se zde rozhodně mluvit nedá. Lůžko se skládá z několika dílů pevných desek, na kterých je pěnová vrstva krytá čalouněním - koženkou. Po krátké době se výplň proleží a plocha tlačí do zad.

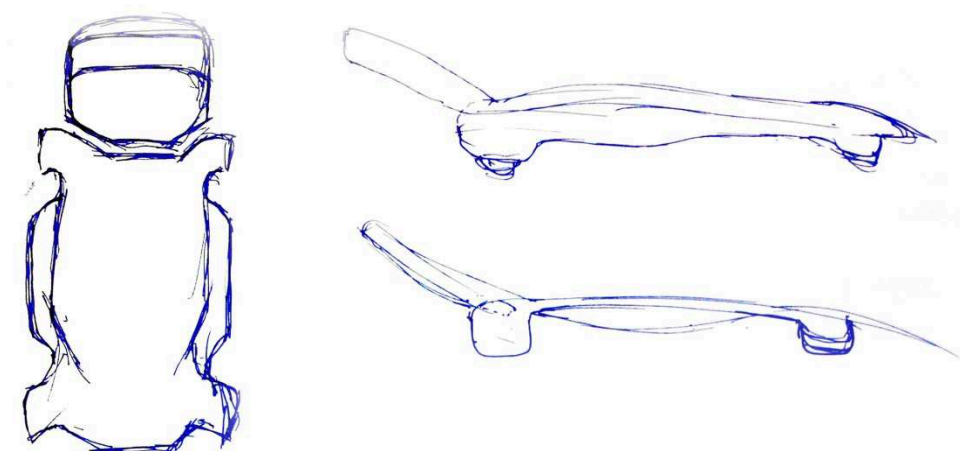


↑ Obr. 13 - Lehátko s kovovou konstrukcí [37]

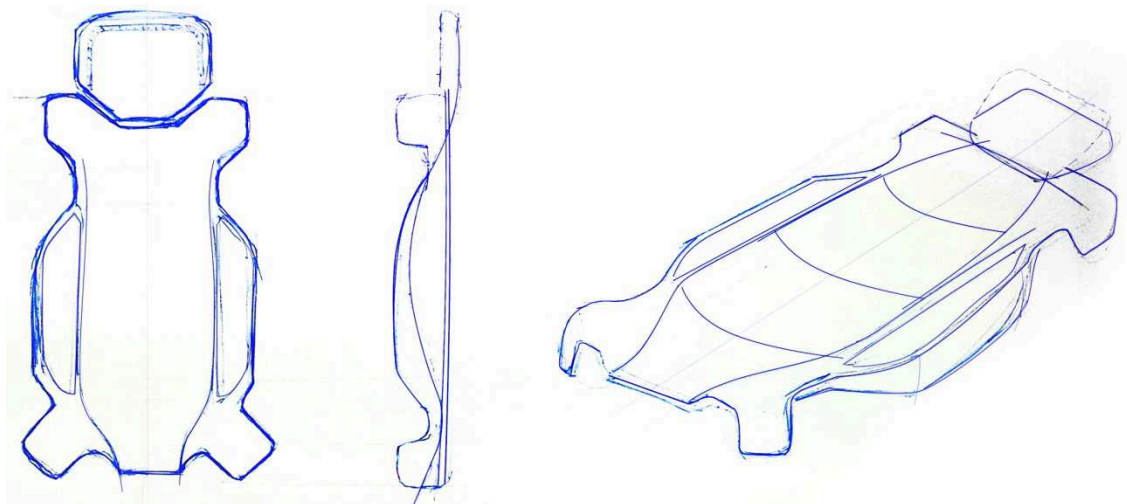
4. NÁVRH

Již od prvotních návrhů jsem myslel na zakomponování nastavitelné záhlavní opěrky, úložných přihrádek. U počátečních návrhů jsem uvažoval s pevnou tvarovanou skořepinou lůžka. Z toho postupně sešlo a došel jsem k závěru, že pevná tvarovaná skořepina může být pro různé typy postav omezující. Soustředil jsem se na tvarování lehátka, které bude podpírat trup a horní končetiny. Nohy budou spočívat na podlaze a budou sloužit pro řízení pohybu lehátka. Je to plně dostačující a pohodovější při pohybu lehátka pod vozidlem.

4.1 Základní koncepce

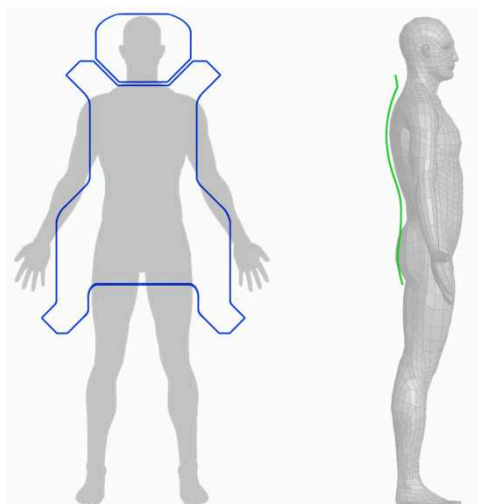


↑ Obr. 14 - Skica prvního návrhu



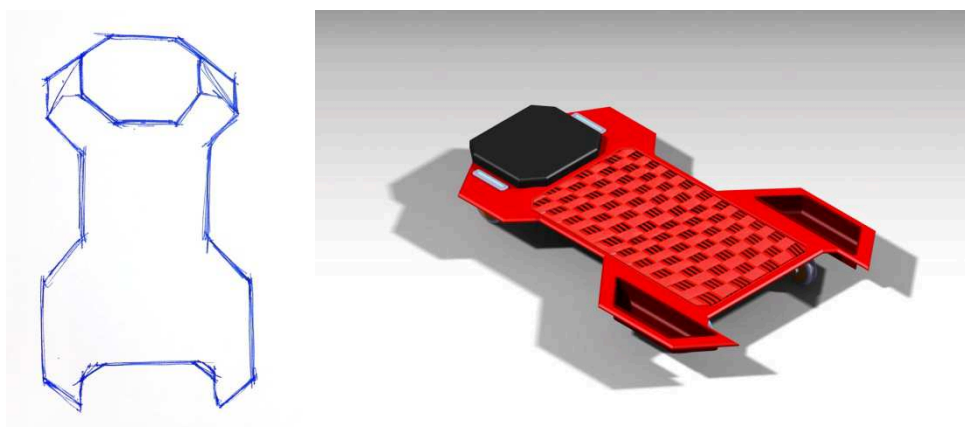
↑ Obr.15 - Skica druhého návrhu

Pro lepší tvarové a rozměrové určení lehátka jsem využil reálných proporcí člověka pomocí šablony. Model / silueta odpovídá požadovaným rozměrům postavy P95 (obr. 16). Norma ČSN EN 547-3+A1 (83 3502) – Bezpečnost strojních zařízení – Tělesné rozměry – Část 3: Antropometrické údaje, udává pro P95 výšku 1 881 mm. [15]. Do rozměrové skupiny (P95) spadá 95% populace a tyto rozměry určují horní meze jednotlivých rozměrů.



↑ Obr. 16 - Využití modelu postavy při tvarovém navrhování

U návrhu s plastovým rámem mě poprvé napadlo i jiné řešení lůžka (obr. 17). Myšlenkou bylo dosáhnout ideální přizpůsobivosti lůžka různým typům postav, což pevná deska ani plastová skořepina poskytnout nemohla. Prvním nápadem jak toto řešit, byl výplet lůžka, podobně jako na saních, který by to zajistil.

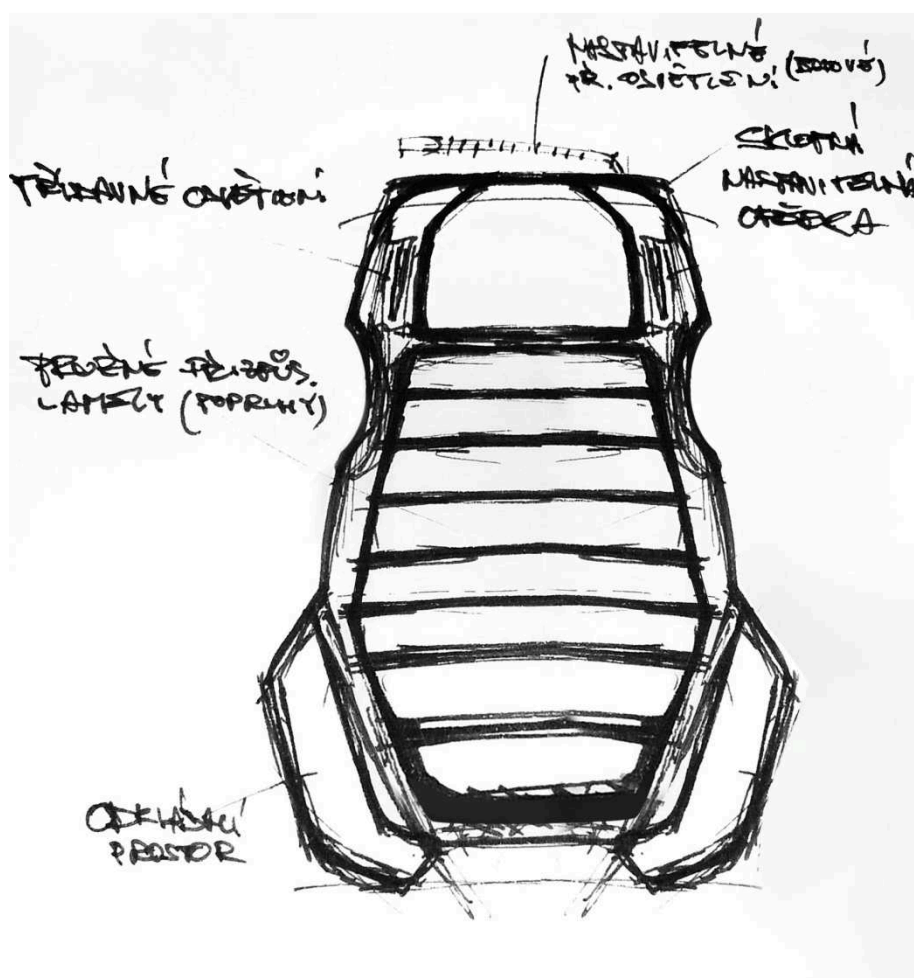


↑ Obr. 17 - Skica a 3D návrh třetího typu lehátka

4.2 Výchozí návrh

U předchozího návrhu jsem došel k závěru, že ani toto není ideální řešení. K přizpůsobení lůžka tvarům lidského sice dochází, ale ne ideálně. Výplet se při zatížení člověkem prověsí, ale nevytvoří dostatečnou oporu v partiích, kde je to zapotřebí. Proto jsem u dalšího návrhu řešil, jak toho dosáhnout.

Tento návrh je tvořen nosným rámem, na kterém je napnuta plachta, která má vhodné elastické vlastnosti a dovolí průhyb pod tíhou těla. Na ní jsou umístěny dílce z přizpůsobivé tzv. líné pěny. Ty zajistí oporu v jednotlivých partiích, a to nezávisle. To je nutné, protože působící tlak zad a hýždí při ležení na lůžku není v celé ploše styku stejný.



↑ Obr. 18 - Výchozí skica návrhu

Viskoelastická pěna

Známá také pod názvy líná pěna, pěna s paměťovým efektem nebo také chytrá pěna. Díky své otevřené buněčné struktuře a reakci na tělesné teplo se dokonale přizpůsobí křivkám těla a lépe tak rozloží tlak v kritických místech. Polstrování z líné pěny má dlouhou životnost a je velmi komfortní. Je známá pro své pomalé vrácení do původní polohy (takto vznikl její název - líná pěna), zaručuje tak velmi dobré ortopedické vlastnosti [25].

4.3 Varianty možného návrhu a jejich rozpracování

Řešení tvarování lůžka



↑ Obr. 19 - Varianty s rozdílným způsobem řešení pěnové výplně lůžka a opěrky

Při řešení rozdělení jednotlivých dílů lůžka pro ideální rozložení tlaku na lůžko jsem se inspiroval tvarováním automobilových sedaček, konkrétně z vozu Audi RS5 (obr. 20).



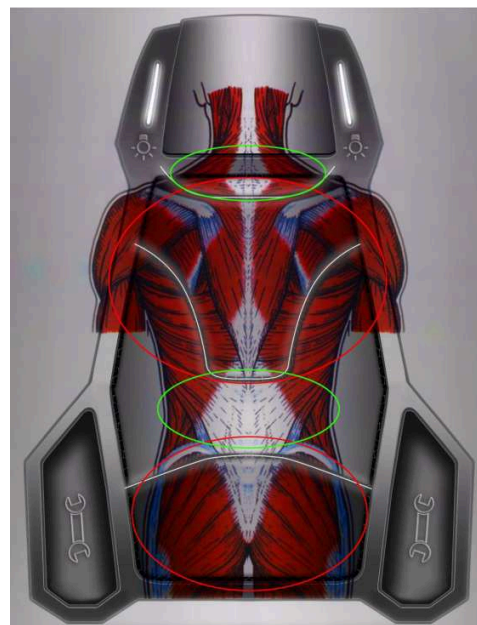
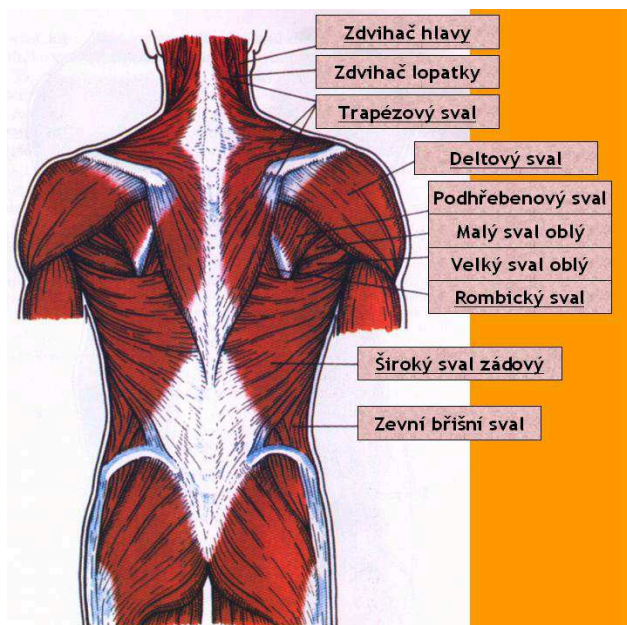
↑ Obr. 20 – Tvarování zádové opěrky automobilové sedačky vozu Audi RS5 [37]



↑ Obr. 21 - Finální 2D „skica“ pro tvarové řešení lehátka

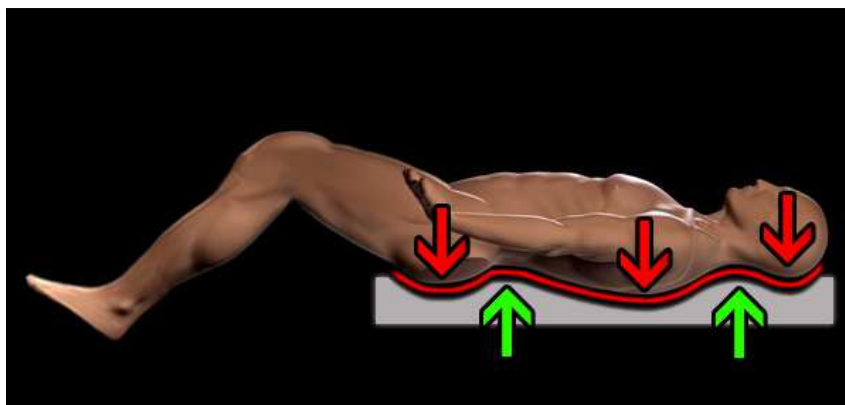
Tlakové působení těla na lůžko

Největší tlak působí v oblasti lopatek a jejich okolí, neboli v oblasti trapézových a deltových svalů a částečně i širokého svalu zádového viz obr. 23. Dále pak v oblasti hýždí a pod hlavou je další lokální maximum tlakového působení.



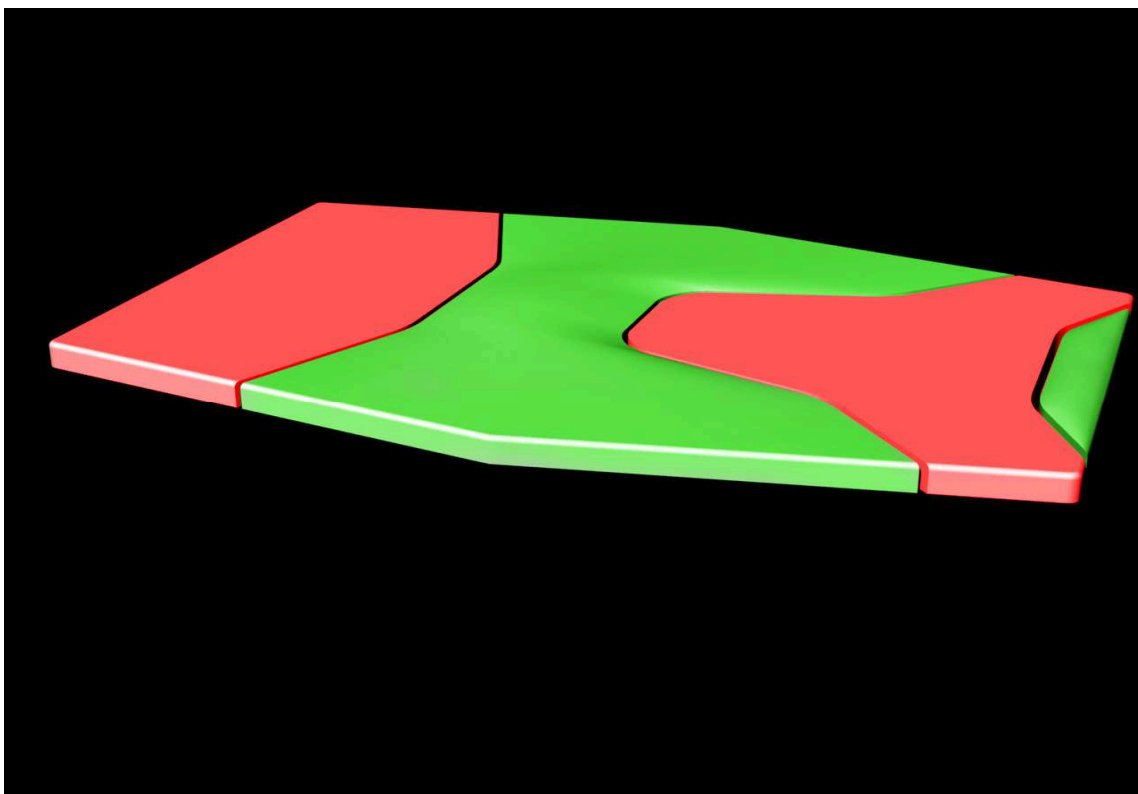
↑ Obr. 22 - Lokální tlaková působení shora [26]

↑→ Obr. 23 - Zádové svalstvo [26]

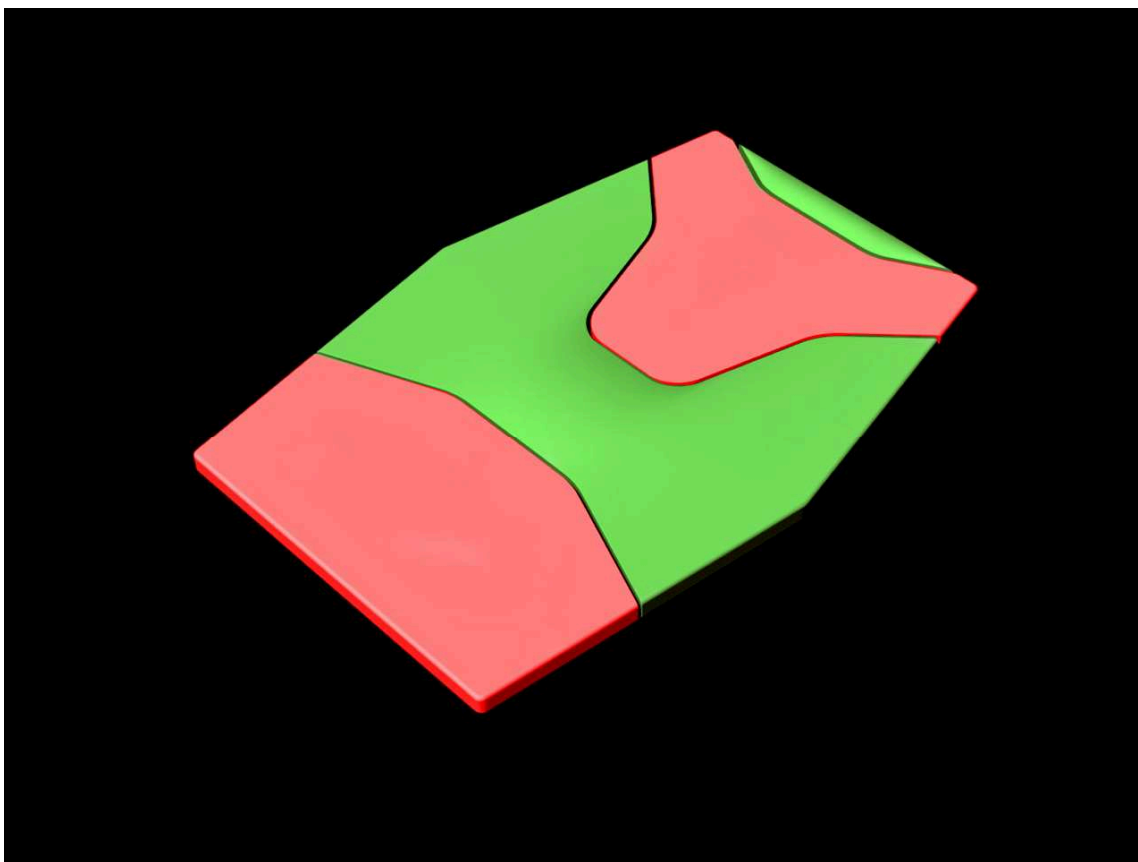


↑ Obr. 24 - Lokální tlaková působení z profilu [26]

V místech vyznačených červeně je největší tlak mezi tělem a lůžkem (obr. 23 a 24). Zeleně vyznačená místa jsou naopak odlehčená a potřebují oporu. Tím uleví přetíženým místům a tlak se rozloží na větší plochu. V těchto místech jsem navrhl profil pěny lehce vypouklý (obr. 25 a 26).



↑ Obr. 25 – Finální ergonomické tvarování výstelky lůžka z tzv. líné pěny – pohled 1

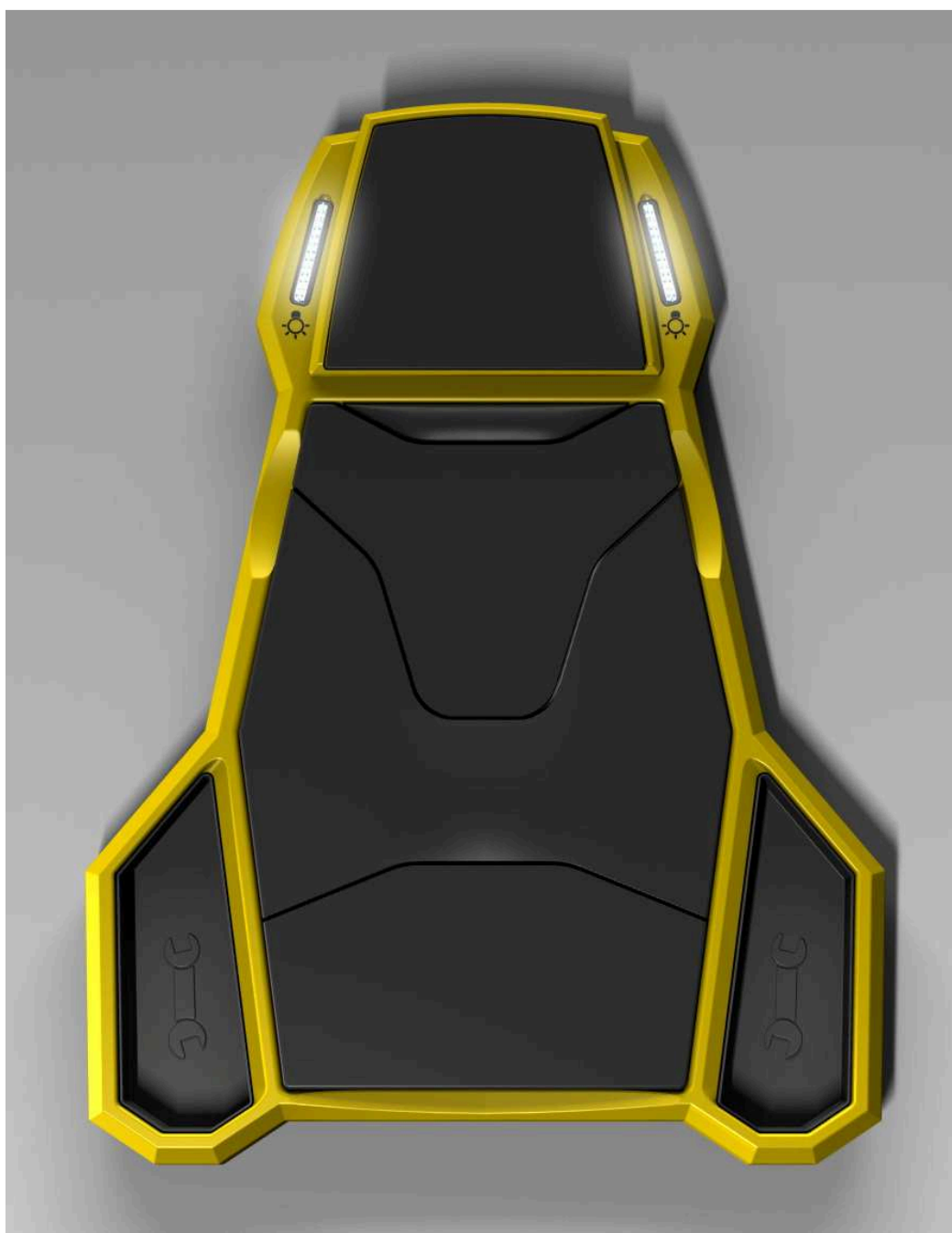


↑ Obr. 26 -- Finální ergonomické tvarování výstelky lůžka z tzv. líné pěny - pohled 2

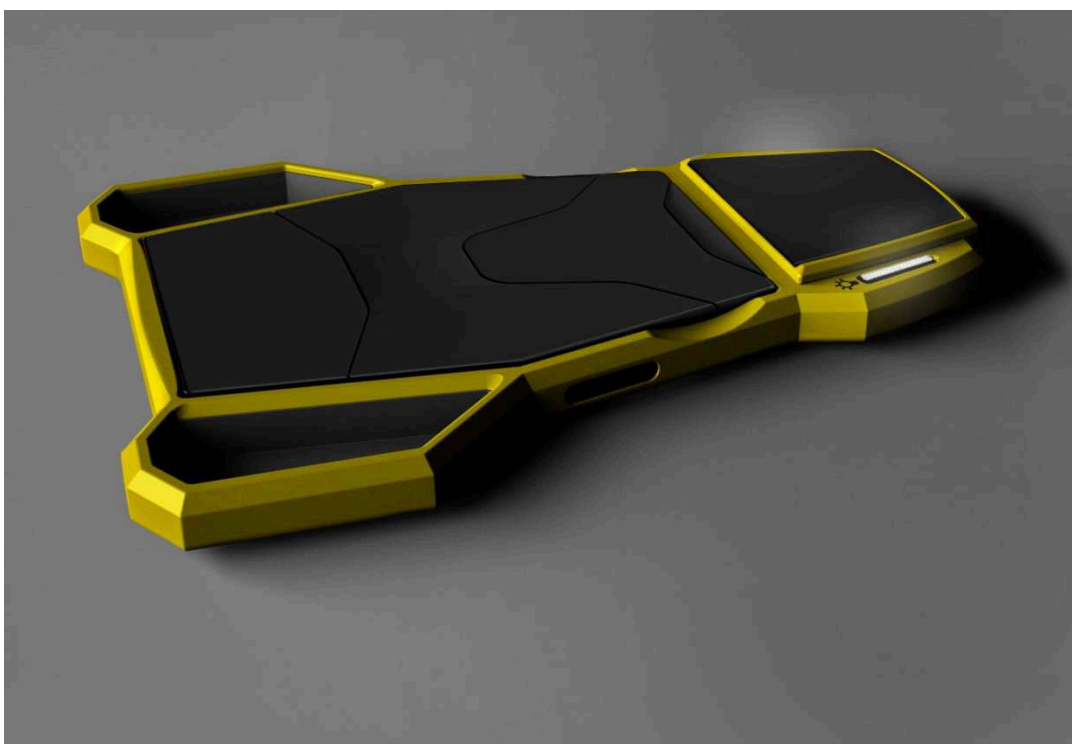
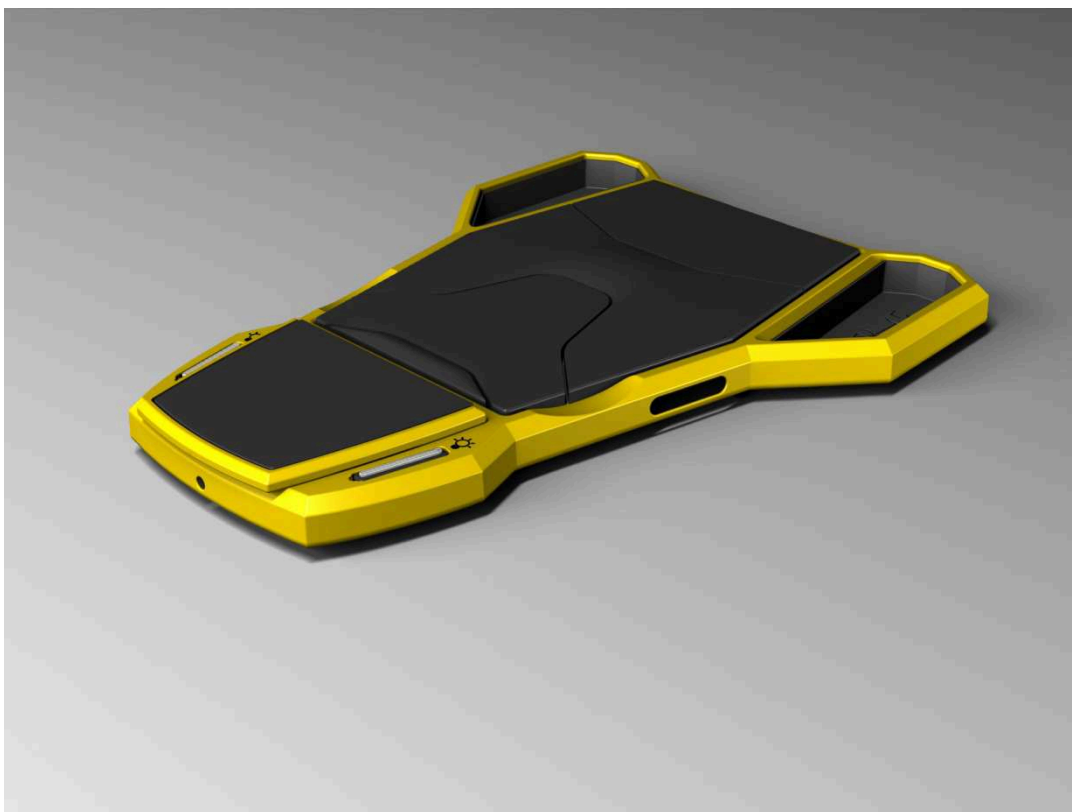
4.4 Finální varianta a barevné řešení

Jako barevné řešení jsem zvolil kontrastní výstražnou kombinaci žluté a černé.

Bezpečnostní a kontrastní barvy se používají zejména k vyznačení přechodných nebo trvalých rizikových míst, jako jsou např. místa s rizikem pádu, překážek, padajících předmětů, schodů a otvorů v podlahách. Žlutá barva znamená výstrahu a nabádá k opatrnosti a k přípravě na nějaké možné nastávající nebezpečí. [6, 27]. Na obrázcích 27- 31 jsou vizualizace finální podoby mého návrhu montážního lehátka.



↑ Obr. 27- Vizualizace finálního návrhu - shora



↑ Obr. 28 Vizualizace finálního návrhu - z dalších pohledů



↑ Obr. 29 Vizualizace finálního návrhu - ve svislé poloze na zdi



↑ Obr. 30 – Aplikace 3D manekýna na lehátko pro rozměrovou kontrolu



↑ Obr. 31 - Vizualizace montážního lehátka pod automobilem

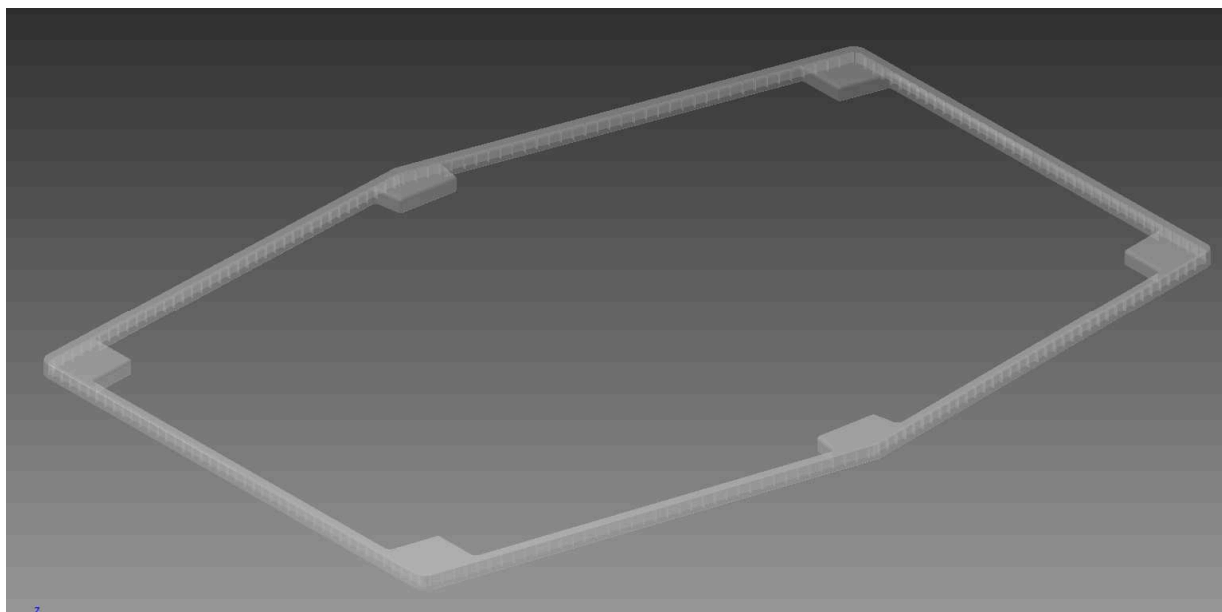
5. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

5.1 Nosný rám

Nosný rám jsem původně zamýšlel vyrábět jako svařenec z ocelových či duralových profilů. Po hlubším průzkumu problematiky výroby kovového rámu svařováním, jsem nakonec zamítl tento způsob výroby, a to ze dvou hlavních důvodů:

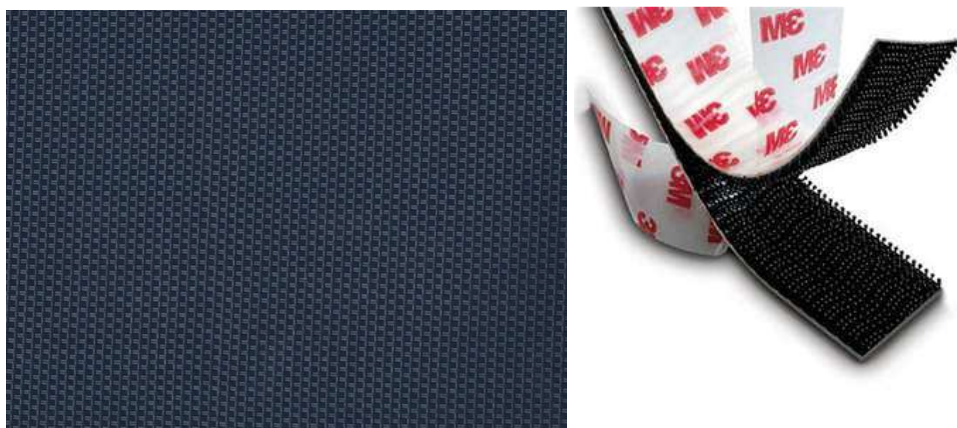
- u ocelového rámu je nevýhodou jeho vyšší hmotnost, která by komplikovala manipulovatelnost (hmotnost lehátek s ocelovým rámem cca 14 kg),
- u duralového je nevýhodou cena materiálu a dražší technologie svařování

Proto jsem usoudil, že vhodným řešením bude rám vyráběný technologií vstřikování plastů. Tento rám bude zaručovat bezpečnou únosnost a zároveň bude zachována nízká hmotnost. Rám má U profil obr.32, který je po celém obvodu zevnitř vyztužen žebry, pouze plochy pro montáž koleček jsou z plného materiálu. Vnější i vnitřní stěny jsou zkoseny pod úhlem 1° tak, aby vyhovovaly této technologii a bylo možné bezproblémové vyjmutí rámu z formy. Rádus na všech hranách jsem zvolil R1, tak aby vyhověl minimálním požadavkům pro tuto technologii výroby.

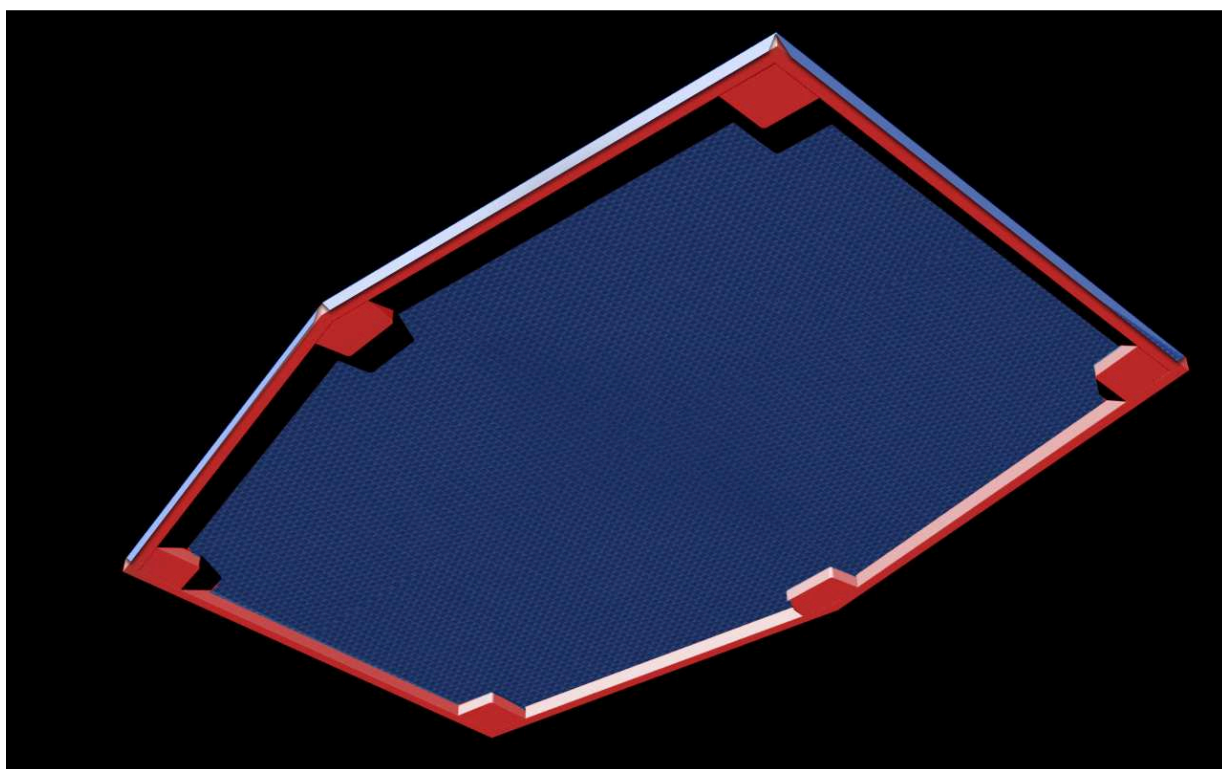


↑ Obr. 32 - Vlastní návrh rámu

Na dalším obrázku (obr. 34) je naznačeno umístění plachty z vhodně pružného materiálu. Materiál například podobný trampolínovým plachtám. Dalšími materiály, které by mohly být použity pro výrobu této plachty, jsou polyamidové síťoviny (obr. 33 vlevo), polyesterové síťoviny pokryté PVC vrstvou nebo plachta zhotovená nylonové tkaniny. Tato vhodně elastická plachta je na rám připevněna po stranách průmyslovým suchým zipem pro velkou zátěž, například od firmy 3M (obr. 33 vpravo).



↑ Obr. 33 - Vzorek elastické plachty a průmyslového suchého zipu [28, 29]



↑ Obr. 34 - Elastická plachta v rámu

5.1.1 Materiál

Vhodnými materiály pro výrobu rámu technologií vstřikováním, jsou dle mého úsudku plasty z kategorie termoplastů, např. Tecaform (POM H) a plast SAN.

Tecaform – POM H

Tecaform je krystalický homopolymer polyacetalu, který se vyrábí polymerizací formaldehydu. Použití nalézá v mnoha odvětvích, a to díky svým výborným mechanickým vlastnostem. Tento plast je minimálně navlhavý, velmi dobře obrobitelný a chemicky odolný. Hlavními klady při volbě tohoto materiálu byla vysoká pevnost a tuhost [30].

Plast SAN

SAN je styrenový polymer (styrenakrylnitril), který má podobné mechanické vlastnosti jako Tecaform. Například vysoká pevnost v tahu, vysoká rázová houževnatost a maximální tvarová stálost [31].

Mechanické parametry těchto materiálů jsou uvedeny v kapitole 5.1.2 na obr. 36.

5.1.2 Napěťová analýza pomocí MKP

Při analýze nosného plastového rámu jsem zvolil plast SAN, který jsem navrhl jako možný materiál při výrobě tohoto rámu. Jeho mechanické vlastnosti jsou o něco horší proti druhému navrhovanému materiálu Tecaform. Z toho plyne, že při vyhovujících výsledcích rámu z materiálu SAN bude vyhovující únosnost i u Tecaformu.

Síly experimentálně zjištěné plošným siloměrem

Díky plošnému siloměru Force Plate od německé firmy Vernier (obr. 35) se mi podařilo experimentálně naměřit užitečné hodnoty, díky kterým bylo možné dimenzovat únosnost plastového rámu.



↑ Obr. 35 Plošný siloměr Force Plate

Na tento siloměr byla umístěna deska, která odpovídala ploše lehátka. Měřil jsem silové působení mě samotného o hmotnosti 95 kg. Měření bylo provedeno pro tyto polohy.

Tabulka 7- Měření sil

Polohy při měření síly	Síla (N)
Leh	728
Sed	810
Hlava opírající se o opěrku při lehu	45
Hlava opírající se o opěrku při vzepření nohama	200

Při mé hmotnosti 95 kg jsem v poloze sed působil na desku siloměru silou 810 N, což je přibližně 85% mé hmotnosti. Vleže jsem na podložku působil silou 728 N, to je cca 76,5 % mé hmotnosti. S obdobným statickým zatížením budu počítat i při pevnostní kontrole rámu.

Vstupy pro MKP analýzu

Využil jsem geometrii rámu vytvořenou v CAD softwaru Inventor. Bylo nutné tuto geometrii exportovat do formátu Parasolid s příponou .x_t, kterou je SW Ansys schopen zpracovat pro následné vytvoření sítí a výpočtů. Dále bylo nutné definovat materiál rámu, v mém případě to byl plast SAN pro rám a ocel pro náhrady koleček, respektive jejich ocelové příruby (plotničky).

Materiály

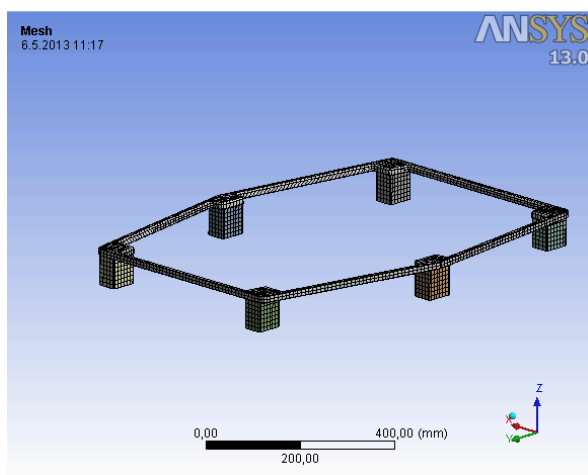
Název	Plast SAN	
Obecné	Měrná hmotnost	1,068 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	72,3 MPa
	Mez pevnosti v tahu	72,3 MPa
Napětí	Youngův modul	3,57 GPa
	Poissonova konstanta	0,38 ul
	Modul pružnosti	1,29348 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,000065 ul/c
	Tepelná vodivost	0,2 W/(m K)
	Měrné teplo	2185 J/(kg c)

Název	Ocel	
Obecné	Měrná hmotnost	7,85 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	207 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345 MPa
Napětí	Youngův modul	210 GPa
	Poissonova konstanta	0,3 ul
	Modul pružnosti	80,7692 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,000012 ul/c
	Tepelná vodivost	56 W/(m K)
	Měrné teplo	460 J/(kg c)

↑ Obr. 36 Materiály a jejich vlastnosti

Sít' modelu

Při vytváření sítě rámu jsem zadal metodu síťování Hex dominant, tedy vynucené použití šestistěnných elementů, potom jsem definoval velikost elementů na 10 mm. S použitím těchto prvků sítě (pokud geometrie modelu dovolí) se získává nejlepších výsledků. Navíc tato metoda nevytváří tolik prvků proti ostatním metodám, tím se urychlí výpočetní proces.



↑ Obr. 37 - Vytváření sítě rámu metodou Hex dominant

Okrajové podmínky

Pro analýzu je zapotřebí určit okrajové podmínky, které jsou klíčové pro analýzu. Je důležité jejich správné zadání, aby co nejvíce odpovídalo silám a vazbám, které vznikají při použití součásti.

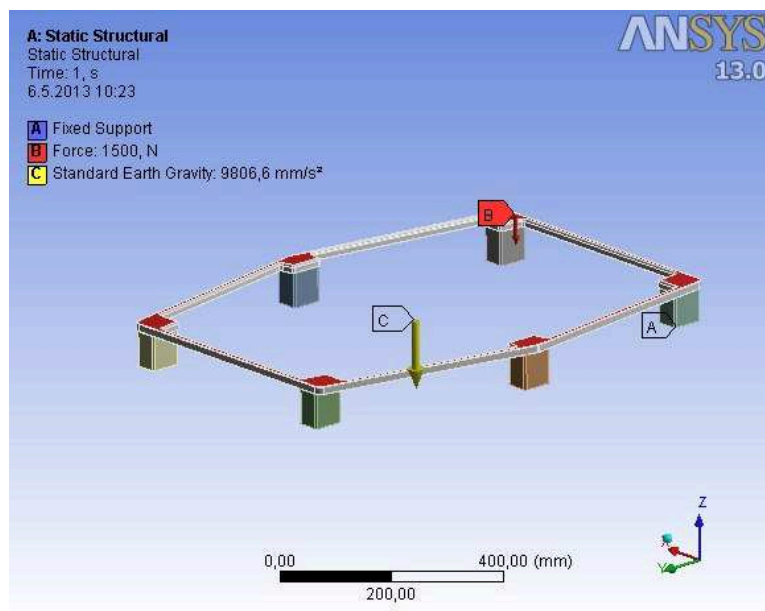
Zatěžující síla a vazby

Síla

Vzhledem k tomu, že rám musí odolat i dynamickému zatížení, měřením pomocí plošného siloměru jsem změřil dynamickou sílu při poskočení na lehátku. Tato síla dosáhla 1450 N. Proto jsem pro kontrolu použil hodnotu síly 1500 N a tou zatížil horní plochu rámu. Dále jsem uvažoval i se zemskou gravitací $9806,6 \text{ mm/s}^2$.

Vazby

Pevná vazba je umístěna na podstavách, které nahrazují pojezdová kolečka. Další vazba je mezi rámem a přírubami koleček, tu jsem řešil tím, že při exportu byly podstavy pevnou součástí rámu. Proto nebylo zapotřebí tuto vazbu definovat.

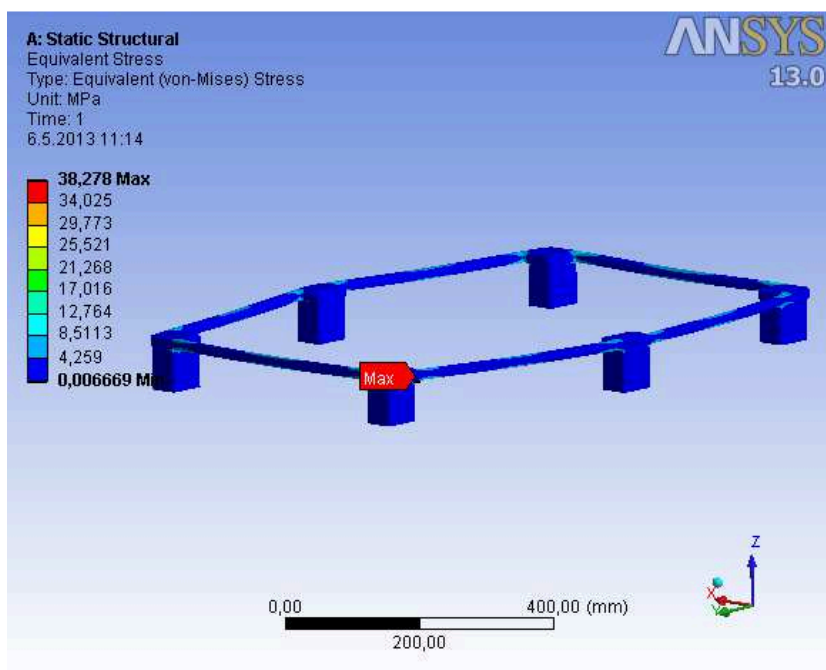


↑ Obr. 38 – Zobrazení okrajových podmínek

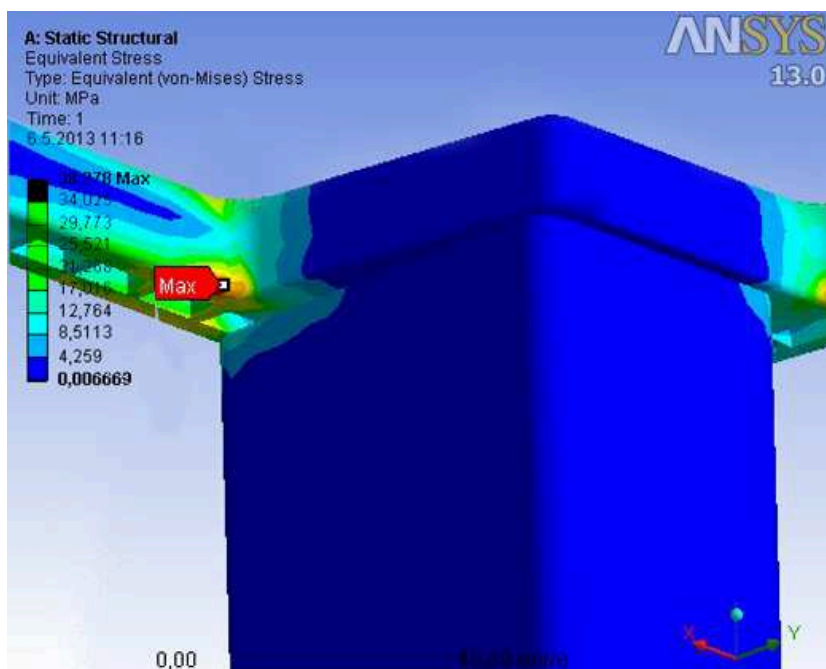
Výsledky analýzy

Redukované napětí HMM (Ekvivalentní napětí - Von Mises)

Největší redukované napětí vyšlo **38,278 MPa**, maximum se nachází v rozích rámu kolem přírub pojezdových koleček, kde se to dalo očekávat, protože konstrukce je v těchto místech malého průřezu a dochází zde k vrubovému efektu.



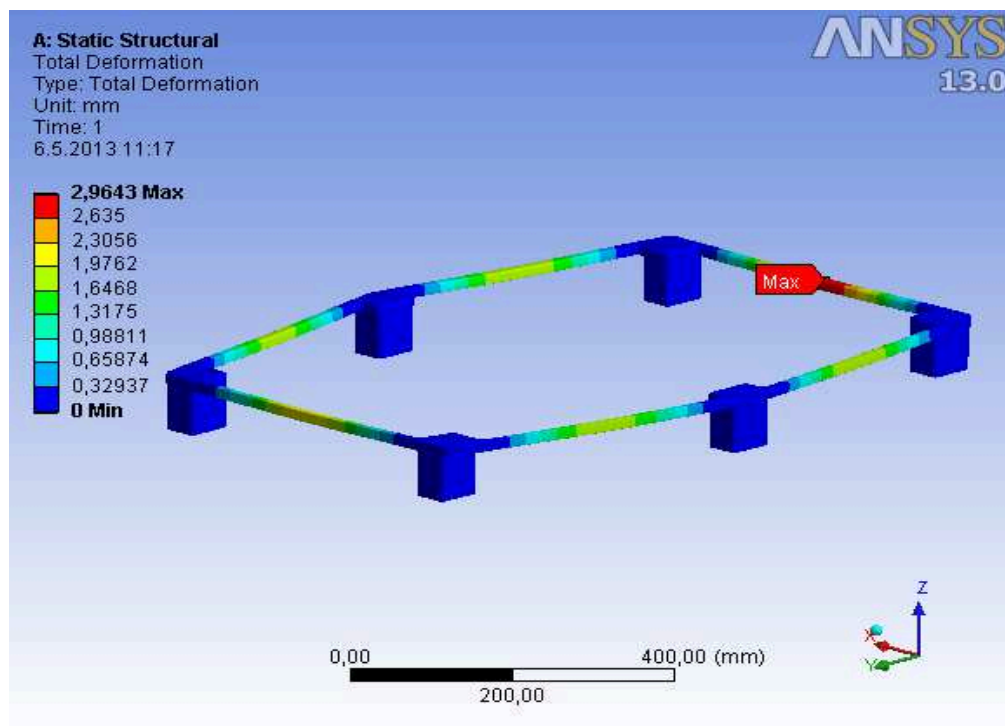
↑ Obr. 39 – Lokace maximálního napětí



↑ Obr. 40 – Detail lokace maximálního napětí

Deformace

Maximální deformace neboli průhyb rámu byl vypočten na 2,9643 mm. Jeho maximální hodnota a umístění jsou znázorněna na obr. 41. Pro představu toto je maximální průhyb v případě *dynamického zatížení* - na lehátku poskočí osoba vážící 100 kg, v případě *statického zatížení* – na lehátku leží osoba o hmotnosti cca 195 Kg.



↑ Obr. 41 - Animace měření deformací

5.1.3 Výpočet bezpečnosti k mezi pevnosti :

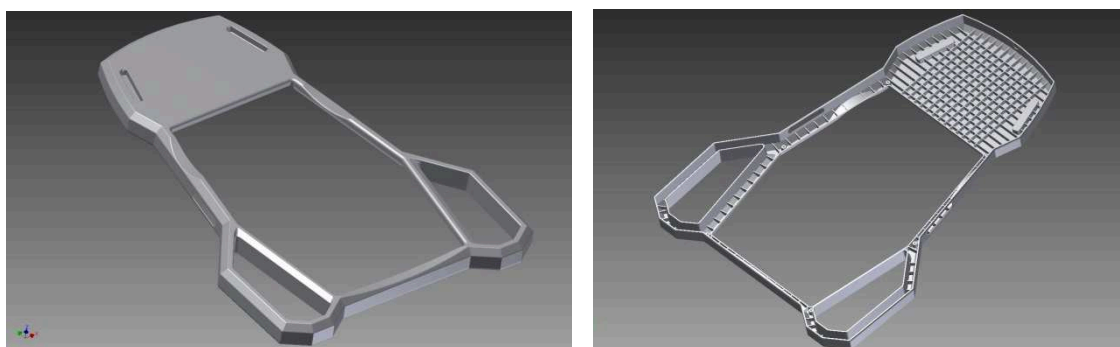
$$k = \frac{R_m}{\sigma_{red\ HMH}} = \frac{72,3}{38,278} = 1,89$$

Vyhodnocení výsledků analýzy

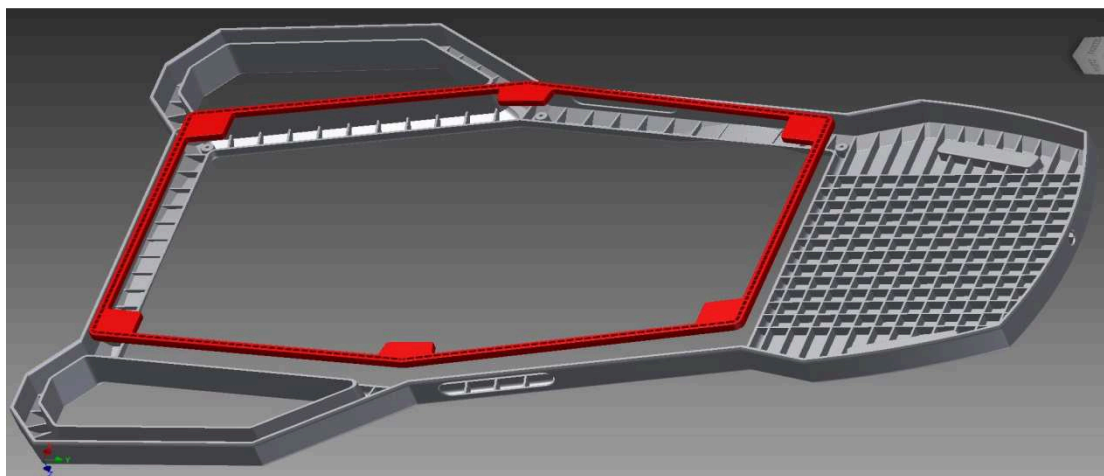
Mez pevnosti testovaného materiálu SAN je 72,3 MPa. Vyhodnocením analýzy statické zátěže jsem zjistil, že redukované napětí HMH (Ekvivalentní napětí - Von Mises) je 38,278 MPa. Tato mez překročena nebyla, takže **rám je vyhovující**. Bezpečnost k mezi pevnosti je 1,89.

5.2 Vnější rám

Vnější rám je také navržen pro technologii výroby vstřikováním plastů. Tento rám je plastová skořepina, která je přišroubována na nosný rám. Po stranách jsou umístěny otvory pro vložení odkládacích přihrádek. V horní části jsou umístěny prohlubně, do kterých se vkládají vyjímatelné led svítily. Jsou zde vytvořeny nálitky ve spodní části, kde se rám spojí s nosným rámem, a v horní části jsou nálitky, kde se montují panty záhlavní opěrky. Ze spodní strany jsou kvůli tuhosti po celé ploše skořepiny rozmístěna žebra.

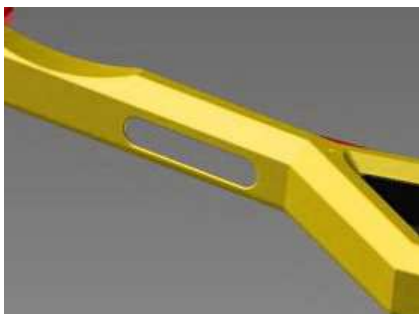


↑ Obr. 42 - Vnější rám lehátka z pohledu se shora a zdola

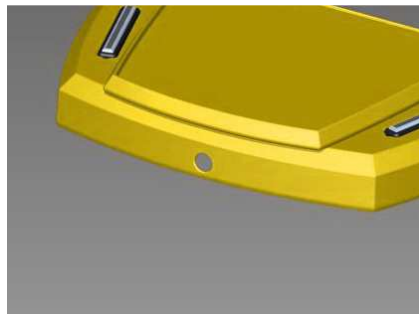


↑ Obr. 43 – Pohled na spodní část rámu

Po stranách lehátka jsou umístěny průhmatové otvory pro zjednodušení úchopu lehátka a manipulace s ním (obr. 44). V horní části ze spodní strany rámu je otvor pro zavěšení na hák kvůli skladnosti lehátka (obr. 45). V místech pod pažemi jsou oblá vybrání pro ruce (obr. 46). Podobně tomu je v místě pro nasednutí (obr. 47).



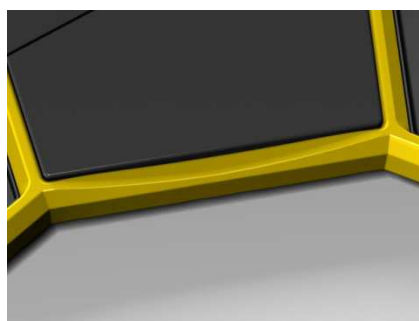
↑ Obr. 44 – Detail otvoru pro úchop



↑ Obr. 45 – Detail otvoru pro zavěšení



↑ Obr. 46 – Detail výkroje pro paži



↑ Obr. 47 – Detail na výkroj pro nasedání

Materiál

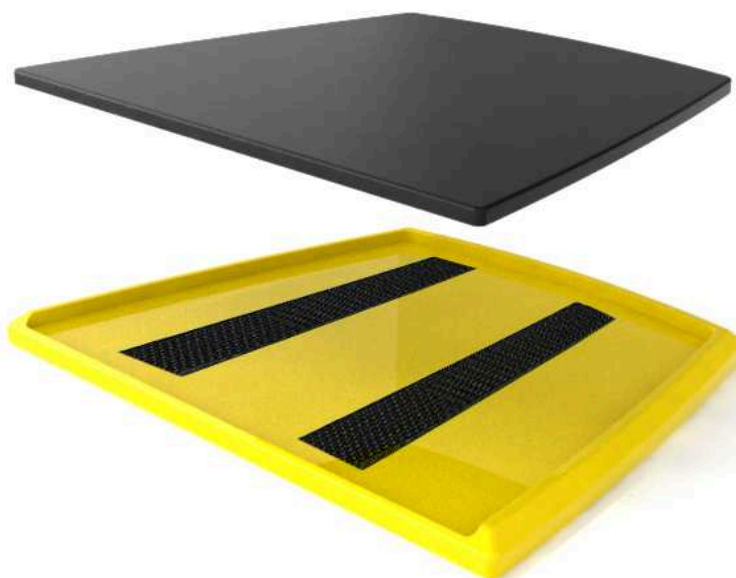
Pro zhotovení vnějšího rámu byl zvolen materiál ABS.

ABS tedy Acrylnitril - Butadien - Styrol či Akrylonitril - Butadien - Styren jsou amorfni termoplastické průmyslové kopolymery. Kvůli jeho dobrým mechanickým a užitným vlastnostem jej navrhuji pro výrobu tohoto rámu. Jeho přednostmi jsou: dobrá odolnost vůči mechanickému poškození, tuhost, houževnatost, tepelná odolnost (při vysokých i nízkých teplotách) a chemická odolnost [32].

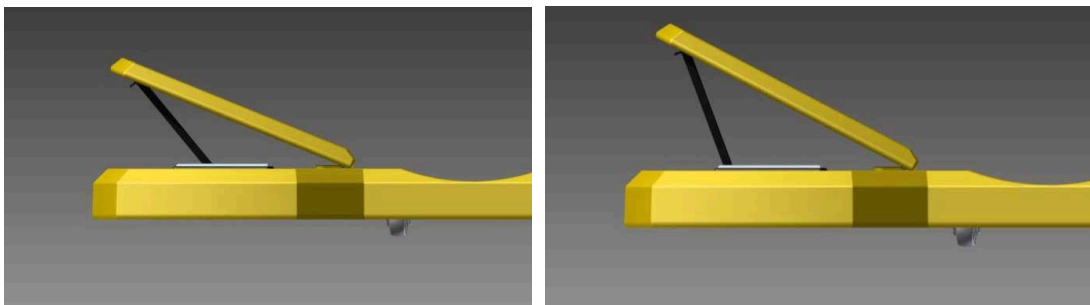
5.3 Opěrka hlavy

Tuto opěrku navrhuji vyrábět taktéž vstřikováním z materiálu ABS jako vnější rám. Opěrka je plastovou skořepinou, do které se umístí dílec z viskoelastické pěny. Ten bude na opěrce fixován pomocí suchého zipu. Na spodní části opěrky jsou umístěny 2 zámky, do kterých se nacvakne kyvná deska západkového mechanismu pro nastavení 2 přídavných poloh opěrky. Pro naklápění opěrky jsem použil běžně prodávané dvířkové panty namontované na spodní hraně opěrky.

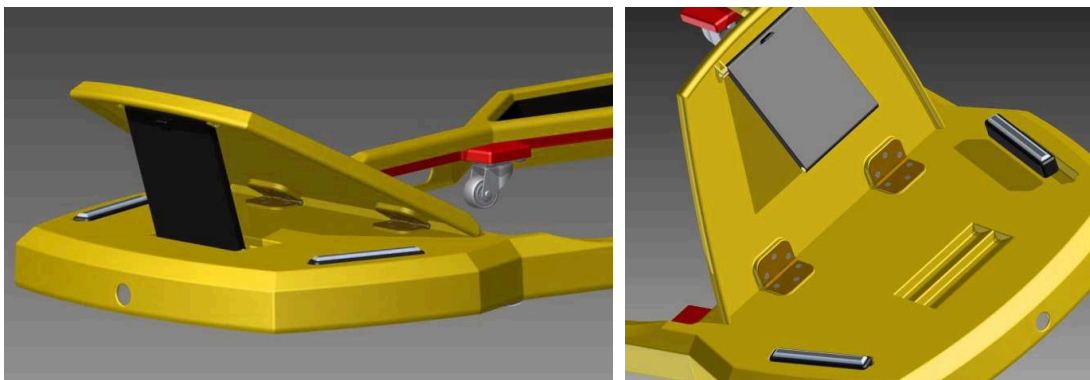
Samotný mechanismus nastavení opěrky je naprosto jednoduchý. Jde o západkový mechanismus, který se ovládá rukou. Má tři polohy nastavení: vodorovná, pod úhlem 18° a 26° . Při nadzdvžení opěrky se vlivem gravitace zhoupne kyvná deska a zaskočí do západky, která je součástí vnějšího plastového rámu. Složení opěrky je opět ovládané jednou rukou. Přizvednutím opěrky a sklopením kyvné desky prsty, se dá opěrka složit do vodorovné polohy.



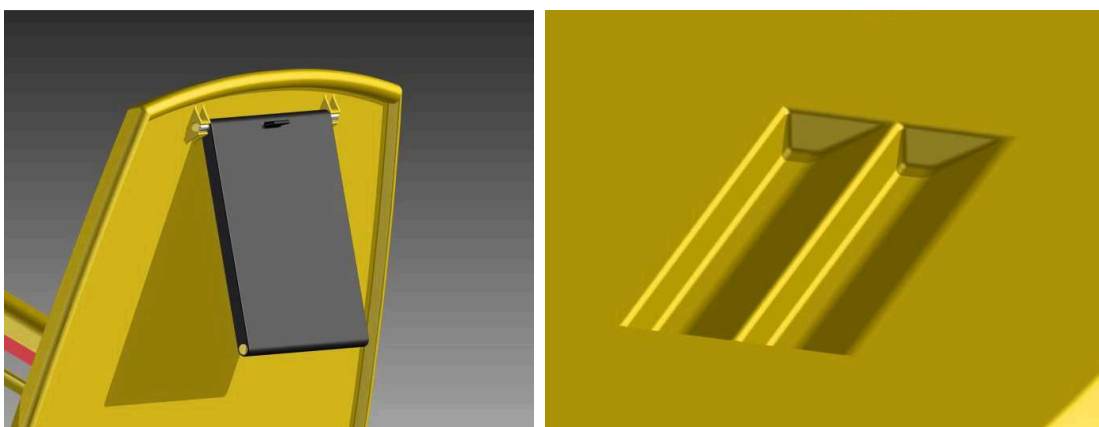
↑ Obr. 48 – Vizualizace opěrky hlavy



↑ Obr. 49 – První a druhá poloha nastavení opěrky hlavy



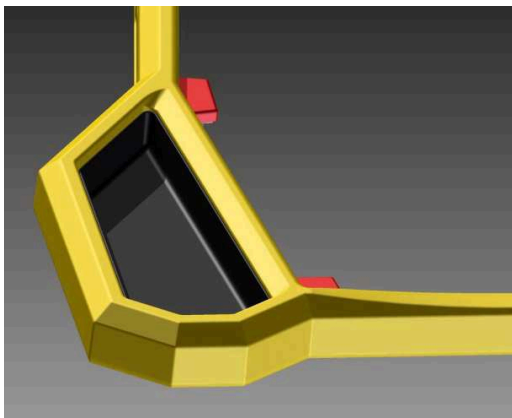
↑ Obr. 50 - Detail mechanismu opěrky



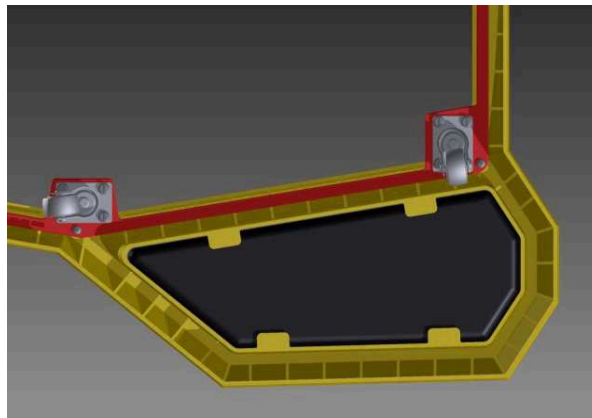
↑ Obr. 51 - Detail na vzpěry mechanismu a západek opěrky

5.4 Odkládací přihrádky

Tyto přihrádky jsou opět z ABS plastu. Jsou volně vloženy do vnějšího rámu, ve kterém je ze spodní strany drží „packy“. Přihrádky jsem navrhnul vyjmutelné z důvodů vymývání. K vyjmutí stačí tlakem nebo poklepáním na spodní stěnu vytlačit přihrádku ven. Úkosy bočních stěn přihrádek a kónický tvar rámu by měly dovolovat pohodlnou demontáž.



↑ Obr. 52 – Odkládací přihrádka



↑ Obr. 53 - Odkládací přihrádka zdola

5.5 Pojezdová kolečka

Kolečka jsem vybíral z vyráběných a běžně dostupných přístrojových koleček vlečného typu. Na výběr byla otočná kolečka se šroubem, hladkým čepem nebo plotničkou. V mém případě byla vhodnější kolečka s šroubovací přírubou (plotničkou). Proti kolečkům s čepem je celková výška kolečka menší při stejném průměru kolečka. Zvolil jsem kolečka o průměru 40mm. Kolečka jsou přišroubována k nosnému rámu samořeznými šrouby (obr. 53). Minimální nosnost koleček se pohybuje kolem 30 kg.



↑ Obr. 54 – Kolečko se šroubem, plotničkou a hladkým čepem [33, 34]



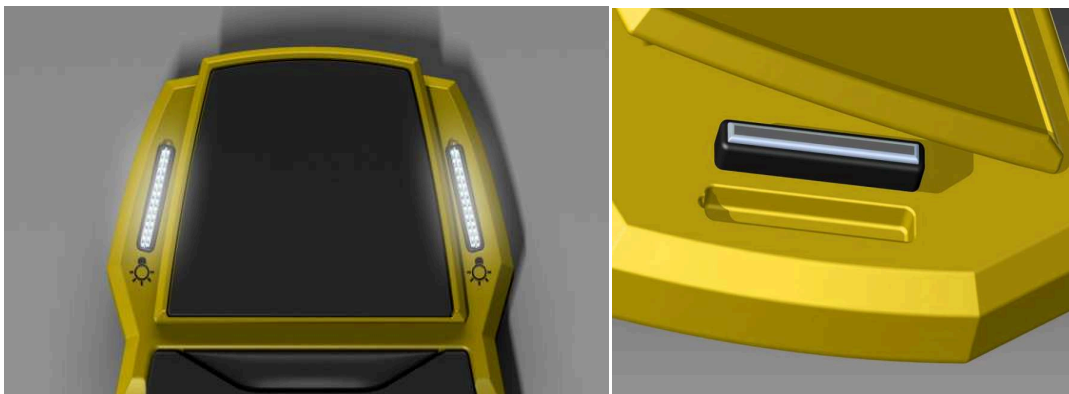
↑ Obr. 55 – Vizualizace použitého kolečka [39]

5.6 Přídavné osvětlení

Jako přídavná světla jsem zakomponoval led svítilny, které jsou vloženy do vnějšího rámu, kde jsou pro ně vytvořena lůžka. Světla slouží jako plošné světlo, když jsou umístěna v lehátku, ale díky tomu, že jsou vyjmutelná, mohou sloužit pro lokální osvětlení, kdy je světlo drženo v ruce nebo díky magnetům umístěným pod stěnami svítilny, je možné je přichytit ke kovovým částem na podvozku vozidla. Jejich zapnutí se provádí jednoduše, stlačením horní části svítilny. Stejným způsobem při opakovaném stlačení dojde k vypnutí. Tyto svítilny dodává např. firma VELLEMAN (obr. 56).



↑ Obr. 56 - Přenosná LED lampa s magnetem - EWL15 [40]



↑ Obr. 57 - Přídavné led svítilny

6. ZÁVĚR

Výsledkem mé bakalářské práce je návrh pojízdného montážního lehátka, které má sloužit jako pomůcka automechanika. Tento návrh dle zadání vyhovuje rozměrově i tvarově postavě P95. Jeho součástí jsou odkládací přihrádky na nářadí, které práci velmi zjednoduší a zefektivní. Lehátko je navrženo ergonomicky, tak aby poskytovalo komfort při práci a uživatele neomezovalo. Má jednoduše nastavitelnou opěrku hlavy, která poskytne oporu zvednuté hlavě v případě potřeby. Mezi další přídavné hodnoty které jsem zapracoval do návrhu patří LED svítidlo, které jsou víceúčelové a zabrání zvýšené zrakové zátěži při práci pod vozem. Dále prvky které zjednoduší manipulaci a skladnost lehátka, jsou otvory pro uchopení a zavěšení. Celková hmotnost která se pohybuje okolo 7 kilogramů, by manipulovatelnosti taktéž napomohla.

7. LITERATURA A ZDROJE

- (1) KALÁB, Květoslav. Části a mechanismy strojů pro bakaláře. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
- (2) LEINVEBER, Jan. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2003, 865 s. ISBN 80-86490-74-2.
- [1] Česká republika. Směrnici Rady č. 89/391/ES: , o opatřeních ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. In: č. 89/391/ES. 2012.
- [2] Česká republika. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění. In: č. 262/2006 Sb. 2006.
- [3] Česká republika. Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další podmínky bezpečnosti a ochrany. In: 2006 Sb. 2006.
- [4] Česká republika. Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí. In: 2005 Sb. 2005.
- [5] Česká republika. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, v platném znění. In: 2007 Sb. 2007.
- [6] Česká republika. Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, v platném znění. In: 2002 Sb. 2002.
- [7] Česká republika. Vyhláška č. 432/2003 Sb., In: 2002 Sb. 2003.
- [8] SKŘEHOT, P. a kolektiv: Ergonomie pracovních míst a zaměstnávání osob se zdravotním postižením, *Výzkumný ústav bezpečnosti práce*, v. v. i. 2009, ISBN 978-80-86973-91-3.
- [9] KRÁL, M.: Ergonomie a její využití v technické praxi I, II, III. IVBP Brno, A. Vávra-VAVA, Ostrava. 1998.
- [10] KRÁL, M.: Ergonomický výkladový slovník. IVPB Brno, J. Loudin-ROVS, Rožnov pod Radhoštěm, 1999.
- [11] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.: Ergonomie – optimalizace lidské činnosti. *Grada publishing*, Praha: 2002.
- [12] GLIVICKI, V.: Úvod do ergonomie. *Práce Praha*, 1975.
- [13] CHUNDELA, L.: Ergonomie. *ČVUT FS Praha*, 1990.

- [14] ČSN EN 894-1+A1 *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 1: Všeobecné zásady interakcí člověka se sdělovači a ovládači*. Praha: Český normalizační institut. 2009. 20 s.
- [15] ČSN EN ISO 12100 *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Český normalizační institut. 2011. 106 s.
- [16] ČSN EN 547 -3+A1 *Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry Část 3 : Antropometrické údaje*. Praha: Český normalizační institut, 2009
- [17] HD NÁŘADÍ - DAMIKOM GROUP, s.r.o. *HD nářadí & LSComputer* [online]. 2010 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.irimo.cz/index.php?main_page=product_info&products_id=2394
- [18] HD NÁŘADÍ - DAMIKOM GROUP, s.r.o. *DoVa-VANÍK s.r.o.: Profesionální vybavení pro servis a dílnu, nářadí- nástroje- dílenské přípravky* [online]. 2007. vyd. 2010 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.dovavanik.cz/?xmlid=37611>
- [19] UČÍK, Radim. HD NÁŘADÍ - DAMIKOM GROUP, s.r.o. *AutoBoxy.com: Autodoplňky a autopříslušenství* [online]. 2007. vyd. 2010 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.autoboxy.com/montazni-lehatko-zidlicka-pojizdne-skladaci/d-119681>
- [20] EAGLE 72 S. R. O. *Naradi-naradi.cz: PROFI NÁŘADÍ - dílna - dům - zahrada* [online]. 2009 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.naradi-naradi.cz/montazni-lehatko-hazet-195-2/d-75572/>
- [21] NÁŘADÍ SLAVKOV, s.r.o. *Nářadí Slavkov: Nářadí - Nástroje* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.azvercajk.cz/12841-montazni-lehatka/28152-montazni-lehatko-pf1203/>
- [22] UČÍK, Radim. HD NÁŘADÍ - DAMIKOM GROUP, s.r.o. *AutoBoxy.com: Autodoplňky a autopříslušenství* [online]. 2007. vyd. 2010 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.autoboxy.com/montazni-lehatko-pojizdne-s-lampickou/d-119558/>
- [23] LUBOŠ ALBRECHT - SPO. *Albrecht - Vybavení autoservisů: Nářadí - Nástroje* [online]. 1999, 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.albrecht-1.cz/Montazni+lehatko++Montazni_voziky_a_lehatka-208538.html
- [24] LANDSMANN S.R.O. *LANDSMANN.cz: LANDSMANN Nářadí a nástroje* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.landsmann.cz/podlozka-lehatko-montazni-pojizdne-skladaci-40x90cm_d37571.html
- [25] MATRACE DISKONT A.S. *MATRACE Comfort: Ložnicové interiéry* [online]. 2010, 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.matrace-comfort.cz/cs/eshop/matrace/matrace-z-line-peny>

- [26] PEVNÝ, Zbyněk. UCIVO.WEBNODE.CZ. *Ucivo.webnode* [online]. 2008 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://ucivo.webnode.cz/album/poznavacky-z-antropologie/svaly-zad-jpg/>
- [27] DASHÖFER HOLDING, Ltd. a Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r. o. *BOZP Profi.cz* [online]. 1997, 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.bozpprofi.cz/?cid=239079&uid=&e=&cid=239079&uid=&e=&cid=239079&area=284&sekce=5&uroven=0&obsah=0&wa=>
- [28] CHINA TEXTILE CITY NETWORK CO., Ltd. *GlobalTextiles: Global Professional Textile Market* [online]. 2000, 2012 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.globaltextiles.com/tradeleads/detail/004/418661/Buy-PVC-coated-Polyester-Mesh.html>
- [29] GLEICHER MANUFACTURING CORPORATION. *Gleicher Manufacturing Corporation: Converting for Manufacturing Assembly ADHESIVES & FASTENER SYSTEMS* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.gleicher.com/blog/bid/82600/3M-Dual-Lock-Fasteners-Available-in-Adhesive-Backed-Versions>
- [30] TEN ART, spol. s r.o. *TEN ART* [online]. 1995 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.tenart.cz/kategorie/technicke-plasty/polyacetal-pom/pom-h---homopolymer-polyacetalu/>
- [31] FERONA THYSSEN PLASTICS, s.r.o. *PŘEHLED TECHNICKÝCH PLASTŮ: FERONA THYSSEN PLASTICS – Váš partner pro plasty* [online]. 2010 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.feronathyssen.cz/cms_dokumenty/ftp-prehled-technickych-plastu.pdf
- [32] Akrylonitrilbutadienstyren (2013). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Akrylonitrilbutadienstyren>
- [33] MONTAKO CZ S.R.O. *MONTAKO: Pojezdová kola, kolečka, vozíky* [online]. 2007 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.montako.cz/kategorie/serie-pud--pristrojova-kola-designova.aspx>
- [34] PETR ŠÍŠKA - CONE ZLÍN. *MONTAKO: Pojezdová kola, kolečka, vozíky* [online]. 2012 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.conezlin.cz/tisk.php?id_rubrika_zbozi=18
- [35] NĚMEC, Tomáš. *Spolehlivenaradi.cz: SPOLEHLIVÉ NÁŘADÍ* [online]. 2012 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.spolehlivenaradi.cz/obchod/8-dilenske-naradi/pro-opravy-automobilu/lehatko-montazni-yato-plastove.html>
- [36] REDASHE LTD. *Redashe.co.uk* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.redashe.co.uk/img/Automotive/General%20Automotive/Plastic-workshop-creeper-board.jpg>

- [37] REDASHE LTD. *Redashe.co.uk* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.redashe.co.uk/img/Automotive/General%20Automotive/Steel-workshop-creeper-board.jpg>
- [38] CORVETTEFORUM.COM. *Corvetteforum.com: Internet's Corvette Community* [online]. 2011 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://forums.corvetteforum.com/c6-corvette-general-discussion/2776388-c6-seats.html>
- [39] GRABCAD. *GrabCAD: Design products faster with GrabCAD!* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://grabcad.com/library/caster-wheel--2>
- [40] GM ELECTRONIC, spol. s.r.o. *GM Electronic: elektronika, kterou znáte...* [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/svitilny-vytvarejici-efekty/univerzilni-svitidlo-ew115-p759-798/>

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY HLAVY A KRKU [5].....	15
TABULKA 2 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY HLAVY – KRKU LZE PŘEVÉST NA PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÉ [5].....	15
TABULKA 3 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY HORNÍCH KONČETIN [5].....	16
TABULKA 4 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY HORNÍCH KONČETIN (PAŽÍ) LZE PŘEVÉST NA PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÉ[5]	16
TABULKA 5 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY OSTATNÍCH ČÁSTÍ TĚLA [5].....	16
TABULKA 6 - NEPŘIJATELNÉ POLOHY OSTATNÍCH ČÁSTÍ TĚLA LZE PŘEVÉST NA PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÉ [5]	16
TABULKA 7- MĚŘENÍ SIL	35

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres sestavy č. v. HRU0018-S01

Výkres součásti č. v. HRU0018-S01 – 05

SEZNAM OBRÁZKŮ

↑ OBR. 1 - CELOPLASTOVÉ LEHÁTKO [35]	9
↑ OBR. 2 - LEHÁTKO S KOVOVÝM RÁMEM [21]	9
↑ OBR. 3 - LEHÁTKO IRIMO (CHV1000) [17]	10
↑ OBR. 4 - LEHÁTKO 099/B [18]	10
↑ OBR. 5 - LEHÁTKO TT207860107 [19]	11
↑ OBR. 6 - LEHÁTKO HAZET 195-2 [20]	11
↑ OBR. 7 - LEHÁTKO PF1203 [21]	12
↑ OBR. 8 LEHÁTKO BIG RED – AKGVTRH6802 [22]	12
↑ OBR. 9 - LEHÁTKO PF1903A [23]	13
↑ OBR. 10 - LEHÁTKO BGS-102994 [24]	13
↑ OBR.11 - VÝŇATEK Z NORMY ČSN EN 547-3+A1 [16]	18
↑ OBR. 12 - CELOPLASTOVÉ LEHÁTKO [36]	20

↑ OBR. 13 - LEHÁTKO S KOVOVOU KONSTRUKCÍ [37]	20
↑ OBR. 14 - SKICA PRVNÍHO NÁVRHU	21
↑ OBR.15 - SKICA DRUHÉHO NÁVRHU	21
↑ OBR. 16 - VYUŽITÍ MODELU POSTAVY PŘI TVAROVÉM NAVRHOVÁNÍ	22
↑ OBR. 17 - SKICA A 3D NÁVRH TŘETÍHO TYPU LEHÁTKA	22
↑ OBR. 18 - VÝCHOZÍ SKICA NÁVRHU	23
↑ OBR. 19 - VARIANTY S ROZDÍLNÝM ZPŮSOBEM ŘEŠENÍ PĚNOVÉ VÝPLNĚ LŮŽKA A OPĚRKY	24
↑ OBR. 20 – TVAROVÁNÍ ZÁDOVÉ OPĚRKY AUTOMOBILOVÉ SEDAČKY VOZU AUDI RS5 [37].....	25
↑ OBR. 21 - FINÁLNÍ 2D „SKICA“ PRO TVAROVÉ ŘEŠENÍ LEHÁTKA	25
↑ OBR. 22 - LOKÁLNÍ TLAKOVÁ PŮSOBIŠTĚ SHORA [26] ↑→ OBR. 23 - ZÁDOVÉ SVALSTVO [26]	26
↑ OBR. 24 - LOKÁLNÍ TLAKOVÁ PŮSOBIŠTĚ Z PROFILU [26]	26
↑ OBR. 25 – FINÁLNÍ ERGONOMICKÉ TVAROVÁNÍ VÝSTELKY LŮŽKA Z TZV. LÍNÉ PĚNY – POH. 1	27
↑ OBR. 26 – – FINÁLNÍ ERGONOMICKÉ TVAROVÁNÍ VÝSTELKY LŮŽKA Z TZV. LÍNÉ PĚN- POH. 2	27
↑ OBR. 27- VIZUALIZACE FINÁLNÍHO NÁVRHU - SHORA	28
↑ OBR. 28 VIZUALIZACE FINÁLNÍHO NÁVRHU - Z DALŠÍCH POHLEDŮ	29
↑ OBR. 29 VIZUALIZACE FINÁLNÍHO NÁVRHU - VE SVISLÉ POLOZE NA ZDI	30
↑ OBR. 30 – APLIKACE 3D MANEKÝNA NA LEHÁTKO PRO ROZMĚROVOU KONTROLU	31
↑ OBR. 31 - VIZUALIZACE MONTÁŽNÍHO LEHÁTKA POD AUTOMOBILEM	31
↑ OBR. 32 - VLASTNÍ NÁVRH RÁMU	32
↑ OBR. 33 - VZOREK ELASTICKÉ PLACHTY A PRŮMYSLOVÉHO SUCHÉHO ZIPU [28, 29]	33
↑ OBR. 34 - ELASTICKÁ PLACHTA V RÁMU	33
↑ OBR. 35 PLOŠNÝ SILOMĚR FORCE PLATE	35
↑ OBR. 36 MATERIÁLY A JEJICH VLASTNOSTI	36
↑ OBR. 37 - VYTVÁŘENÍ SÍTĚ RÁMU METODOU HEX DOMINANT	36
↑ OBR. 38 – ZOBRAZENÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	37
↑ OBR. 39 – LOKACE MAXIMÁLNÍHO NAPĚTÍ	38
↑ OBR. 40 – DETAIL LOKACE MAXIMÁLNÍHO NAPĚTÍ	38
↑ OBR. 41 - ANIMACE MĚŘENÍ DEFORMACÍ	39
↑ OBR. 42 - VNĚJŠÍ RÁM LEHÁTKA Z POHLEDU SE SHORA A ZDOLA	40
↑ OBR. 43 – POHLED NA SPODNÍ ČÁST RÁMŮ	40
↑ OBR. 44 – DETAIL OTVORU PRO ÚCHOP ↑ OBR. 45 – DETAIL OTVORU PRO ZAVĚŠENÍ	41
↑ OBR. 46 – DETAIL VÝKROJE PRO PAŽI ↑ OBR. 47 – DETAIL NA VÝKROJ PRO NASEDÁNÍ	41
↑ OBR. 48 – VIZUALIZACE OPĚRKY HLAVY	42
↑ OBR. 49 – PRVNÍ A DRUHÁ POLOHA NASTAVENÍ OPĚRKY HLAVY	43
↑ OBR. 50 - DETAIL MECHANIZMU OPĚRKY	43
↑ OBR. 51 - DETAIL NA VZPĚRY MECHANIZMU A ZÁPADEK OPĚRKY	43
↑ OBR. 52 – ODKLÁDACÍ PŘIHRÁDKA ↑ OBR. 53 - ODKLÁDACÍ PŘIHRÁDKA ZDOLA	44
↑ OBR. 54 – KOLEČKO SE ŠROUBEM, PLOTNÍČKOU A HLADKÝM ČEPEM [33, 34]	44
↑ OBR. 55 – VIZUALIZACE POUŽITÉHO KOLEČKA [39]	45
↑ OBR. 56 - PŘENOSNÁ LED LAMPA S MAGNETEM - EWL15 [40]	45
↑ OBR. 57 - PŘÍDAVNÉ LED SVÍTILNY	45